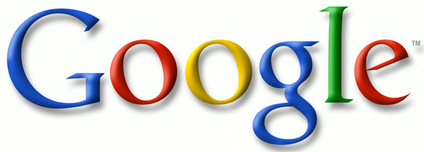
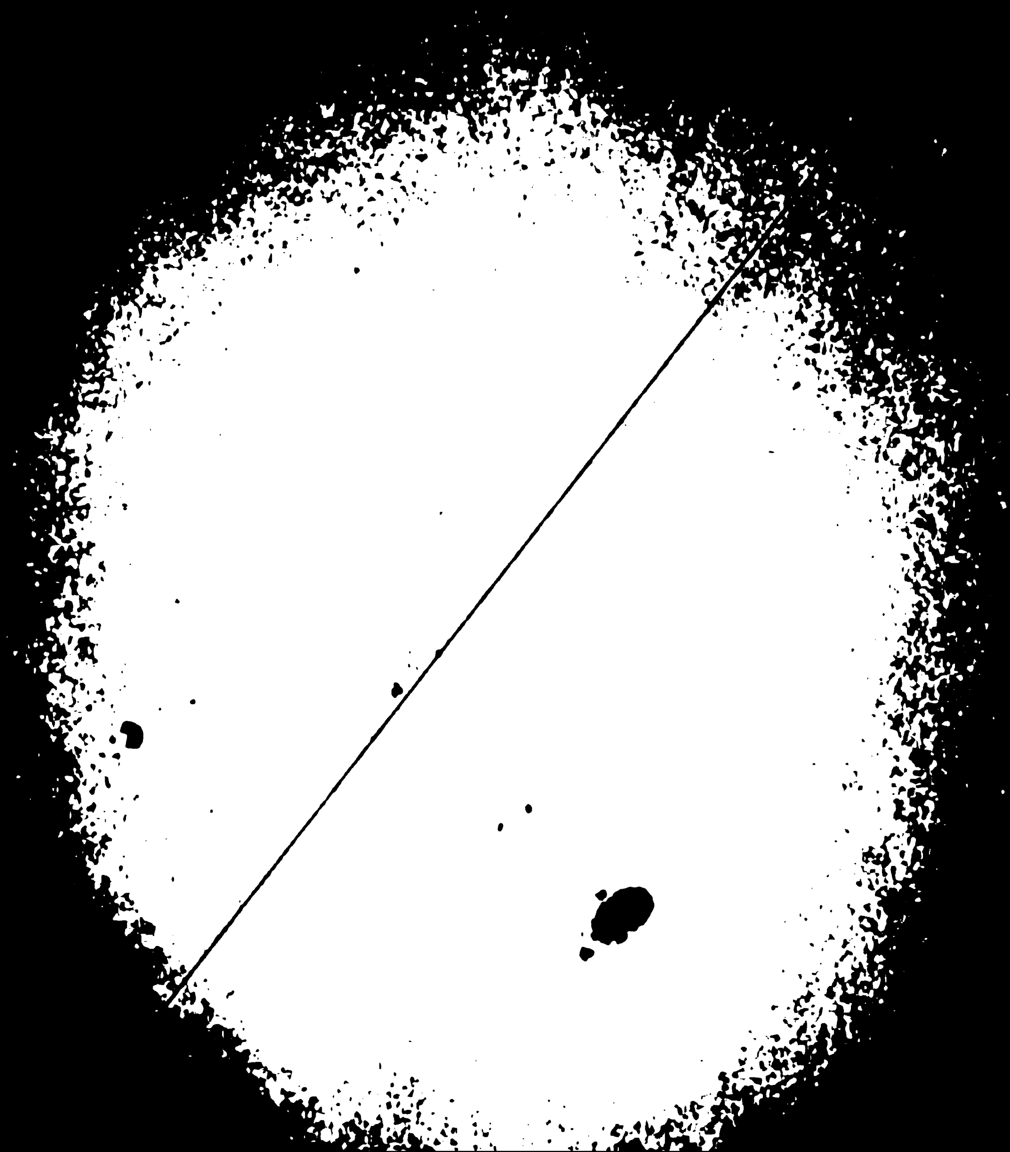




Himmel und Erde

Gesellschaft Urania


ACADEMIAE HARVARDIANAE IN NOV ANG
SIGILLVM
ET
VE RI TAS
CHRISTO ECCLESIAE

II. Jahrgang. **1889/90.**

Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche

Monatsschrift.

Herausgegeben
von der
Gesellschaft Urania.

Redacteur Dr. M. Wilh. Meyer.

Berlin,
Verlag von Hermann Paetel.

Preis M. 14,40.

Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Himmel und Erde.

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.



Herausgegeben

von der

GESELLSCHAFT URANIA.

Redacteur: **Dr. M. Wilhelm Meyer.**

II. Jahrgang.



BERLIN.

Verlag von Hermann Paetel.

1890.

Verzeichnifs der Mitarbeiter

am II. Bande der illustrirten naturwissenschaftlichen Monatsschrift „Himmel und Erde".

Archenhold, F. S., in Berlin 107. 239. 345. 431. 528.

Ball, Dr. L. de, Astronom an der Sternwarte zu Lüttich 159. 218.

Beck, Dr. R., Sectionsgeologe in Leipzig 182.

Bezold, Prof. Dr. W. von, Direktor des Kgl. meteorologischen Instituts zu Berlin 9. 65.

Börnstein, Prof. Dr. R., in Berlin 207. 262. 341.

Fischer, Prof. Dr. A., Sectionschef im Kgl. Preufs. Geodätischen Institut 303. 353.

Foerster, Prof. Dr. W., Direktor der Kgl. Sternwarte zu Berlin 463.

Ginzel, F. K., Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte zu Berlin 59. 110. 139. 146. 150. 153. 198. 201. 251. 255. 295. 299. 309. 342. 346. 389. 396. 439. 447. 490. 493. 501. 537. 540. 553. 582.

Hellmann, Dr. G., Mitglied des Kgl. meteorolog. Instituts in Berlin 113. 172.

Hertz, Prof. Dr. in Bonn 72.

Holden, Prof. Edward S., Direktor der Lick-Sternwarte auf Mount Hamilton in Californien 1. 62. 442.

Kafsner, C., in Berlin 577.

Keeler, J. E., Astronom der Lick-Sternwarte auf Mount Hamilton 495. 543.

Kempf, Dr. P., Astronom am astrophysikalischen Observatorium bei Potsdam 24.

Körber, Dr. Felix, Astronom an der Urania in Berlin 56. 104. 126. 148. 242. 347. 382. 383. 433. 444. 479. 482. 522. 534. 541. 573. 580. 581. 585.

Levin, Dr. L., Oberrealschullehrer in Braunschweig 417.

Meyer, Dr. M. Wilhelm, Direktor der Urania in Berlin 226. 268. 560.

Peters, Prof. Dr. C. F. W., Direktor der Kgl. Sternwarte zu Königsberg 316.

Putick, Wilhelm, K. K. Forstinspektions-Adjunkt 39. 86.

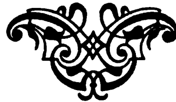
Rottok, Admiralitätsrath in Berlin 247. 377. 509.

Schwahn, Dr. P., in Berlin 52. 57. 142. 143. 144. 145. 245. 287. 399. 454. 483.

Schram, Dr. R., in Wien 519.

Sohncke, Prof. Dr. L., in München 363.

Wagner, Dr. E., Assistent des Kgl. meteorolog. Instituts zu Berlin 63. 64. 149. 155. 156. 203. 205. 298. 339. 436. 488. 494. 585.



Inhalt des zweiten Bandes.

Essais.

Seite

*__Die helikalischen Nebel.__ Von Professor Edward S. Holden, Direktor der Lick-Sternwarte auf Mount Hamilton 1. 62

*__Die neuere Witterungskunde und die Lehre von der Niederschlagsbildung.__ Von Professor Wilhelm von Bezold, Direktor des Königl. meteorologischen Instituts zu Berlin 9. 65

*__Die physische Beschaffenheit der Sonne.__ Von Dr. P. Kempf, Astronom am astrophysikalischen Observatorium bei Potsdam 24

__Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektricität.__ Von Heinrich Hertz, Professor der Physik an der Universität Bonn 72

*__Die Anfänge der meteorologischen Beobachtungen und Instrumente.__ Von Dr. G. Hellmann, Mitglied des Kgl. meteorologischen Instituts in Berlin 113. 172

*__Die Untersuchungen Montignys über das Funkeln der Sterne.__ Von Dr. L. de Ball in Lüttich 159. 218

*__Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft.__ Von Professor Dr. R. Börnstein in Berlin 207. 262

__Die Californischen Erdbeben 1850—1888 in ihrer Beziehung zu den Finsternissen.__ Von F. K. Ginzel, Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte in Berlin 255. 309

*__Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin.__ Von Professer Dr. A. Fischer, Sektionschef im Königl. Preufsischen geodätischen Institut 303. 353

*__Die Ansichten der Physiker und Geologen über die innere Beschaffenheit des Erdballs.__ Von Dr. P. Schwahn, Astronom an der Urania in Berlin 399. 454

__Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst.__ Von F. K. Ginzel, Astronom am Recheninstitut der Königl. Sternwarte zu Berlin.

I. Die Anfänge des astronomischen Rechnens 447

II. Das Zeitalter der Kometen- und Planetenbahn-Bestimmungen 501

III. Die rechnerischen Aufgaben der Gegenwart 553

*__Die Jupiteroberfläche im Jahre 1889.__ Von James E. Keeler, Astronom der Lick-Sternwarte auf Mount Hamilton 495. 543

Feuilleton.

*__Die hydrologischen Geheimnisse des Karstes und seine unterirdischen Wasserläufe.__ Von Wilhelm Putick, K. K. Forstinspektions-Adjunkt . . 39. 86

*__Ein Rundgang durch das astrophysikalische Observatorium bei Potsdam.__ Von Dr. F. Körber, astronom. Abtheilungsvorstand der Urania in Berlin . 126

*__Die Sächsische Schweiz und der Elbdurchbruch zwischen Tetschen und Pirna.__ Von Dr. R. Beck in Leipzig 182

*__Die Urania nach ihrer Fertigstellung.__ Bericht des Direktors Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin 226. 268

*__Ueber Kometen und Sternschnuppen.__ Von Prof. C. F. W. Peters, Direktor der Sternwarte zu Königsberg 316

Seite
***Was dann?** Von Professor L. Sohncke in München 363
***Die Hermannshöhle bei Rübeland im Harz.** Von Dr. W. Levin, Oberrealschullehrer in Braunschweig 417
***Biographische Bilder. I. Dr. Carl Ludwig Hencke.** Von Prof. Dr. Wilh. Foerster, Direktor der Königl. Sternwarte zu Berlin 463
Unterseeische vulkanische Eruptionen und Seebeben. Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 509
Ueber populäre Wissenschaft und Halbbildung im besondern in Bezug auf die Bestrebungen der Urania. Von Direktor Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin 560

Mittheilungen.

***Zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwelle.** Von Dr. P. Schwahn in Berlin 52
Erdbebenforschung auf der Lick-Sternwarte 54
Sonnenflecken-Minimum 56
Ein neuer Hilfsapparat zur Beobachtung plötzlicher Phänomene. Von Dr. F. Körber in Berlin 56
Zur Crollschen Theorie der alternirenden Eiszeiten. Von Dr. P. Schwahn in Berlin 57
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Oktober-November. Von F. K. Ginzel in Berlin 59
Hinzufügungen zu dem Artikel **„Die helikalischen Nebel"** 62
Die photographische Himmelskarte 100
***Komet Brooks.** Von Dr. F. Körber in Berlin 104
***Der Nebel in der Andromeda** 106
***Das Standbild Le Verriers und die Geschichte der Neptunentdeckung.** Von F. S. Archenhold in Berlin 107
Statistik der Erdbeben in Japan 109
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat November-Dezember. Von F. K. Ginzel in Berlin 110
Die diesjährigen Beobachtungen zur Ermittelung der Entfernung der Erde von der Sonne. Von F. K. Ginzel in Berlin 139
Ueber das Umbiegen der Nebenflüsse in der Nähe ihrer Vereinigung mit dem Hauptstrom 142
Ein Modell der Meeresströmungen des atlantischen Oceans 143
Das griechische Erdbeben vom 25. August 144
Der Vulkan auf der Insel Vulkano im Aeolischen Archipel 145
Die Falbsche Theorie und der Einflufs des Mondes auf die Gewitter. Von F. K. Ginzel in Berlin 146
Kometenmedaille der astronomischen Gesellschaft der pacifischen Staaten . 148
Meteor. Von Dr. F. Körber in Berlin 148
Le Verrier und die Meteorologie. Von Dr. Ernst Wagner, Assistent des Kgl. meteorologischen Instituts in Berlin 149
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Dezember-Januar. Von F. K. Ginzel in Berlin 150
Die Beruhigung der Wellen durch Oel 191
Allgemeine Uebersicht der beobachtenswerthen Himmelserscheinungen im Jahre 1890 196

Seite

Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Januar-Februar. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 198
Algol als Doppelstern und Mizar als dreifacher Stern. Von F. S. Archenhold in Berlin . . . 239
***Die Rotation des Merkur.** Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 242
Ergebnisse der Temperaturmessungen in den fünf tiefsten preufsischen Bohrlöchern . . . 245
Strombestimmungen im Nordatlantischen Ocean mittelst „Flaschenposten" durch den Fürsten von Monaco. Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 247
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Februar-März. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 251
John Murrays Ansichten über die Entstehung der Korallen-Riffe und Atolle. Von Dr. P. Schwahn in Berlin . . . 287
Schlagwetterexplosionen und Sonnenflecken . . . 291
Kosten der Lick-Sternwarte . . . 294
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat März-April. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 295
Beimengung von Säuren in Regenwasser und Schnee. Von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 339
Astronomie in Japan . . . 341
Nachtrag zu dem Aufsatz „**Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft.**" Von Professor Dr. Börnstein in Berlin . . . 341
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat April-Mai. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 342
Die deutsche Plankton-Expedition. Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 377
Sternenstrahlung und Temperatur des Weltraums. Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 382
Zur Theorie der veränderlichen Sterne. Von Dr. F. Körber in Berlin . . 383
Astronomical Society of the Pacific . . . 385
***Bujis Ballot** . . . 386
Falbsche Theorie; Statistik und politische Ereignisse. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 389
Schwankung der Erdaxe . . . 395
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Mai-Juni. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 396
***Respighi und Montigny** . . . 429
***Das Spektrum des Uranus.** Von F. S. Archenhold in Berlin . . . 431
Die Sternspektra vom I. Typus. Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 433
Schlagwetterexplosionen und kosmische Ursachen. Von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 436
Die Periodizität der Erdbeben . . . 438
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juni-Juli. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 439
***Beobachtungsresultate über die totalen Sonnenfinsternisse am 1. Januar und 22. Dezember 1889** . . . 476
***Zwei neue Theorien der Sonnencorona.** Von Dr. F. Körber in Berlin . 479
Photographische Helligkeitsbestimmungen der Sterne. Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 482
Eine Katastrophe bei Kanzorik in Armenien . . . 483
***Zur Malletschen Methode der Bestimmungen des Erdbebencentrums** . . . 484
Eine neu entstandene Insel in der Südsee. Von Dr. E. Wagner in Berlin 488

Seite
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juli-August. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 490
***Enthüllung des Oppolzer-Denkmals an der Wiener Universität.** Von Dr. R. Schram in Wien, Vorstand der K. K. Gradmessung . . . 519
***Gustav Adolph Hirn.** Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 522
Astronomische Thätigkeit zweier Privatsternwarten . . . 526
***Das Observatorium auf Madagaskar.** Von F. S. Archenhold in Berlin . 528
Die Festschrift der Sternwarte Pulkowa . . . 529
Die Sonnenfinsternifs des Schu-king . . . 531
***Schiaparellis Forschungen über die Rotation der Venus.** Von Dr. F. Körber in Berlin . . . 534
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat August-September. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 537
***Das Equatorial coudé der Pariser Sternwarte** . . . 573
***Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes.** Von C. Kafsner in Berlin. 577
***Newtons Geburtshaus** . . . 580
Bahn des Meteors vom 15. Oktober 1889. Von Dr. F. Körber in Berlin . 581
Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat September-Oktober. Von F. K. Ginzel in Berlin . . . 582

Bibliographisches.

Rudolph Röttger, Erdbeben. Besprochen von Dr. E. Wagner, Assistent des Königl. meteorologischen Instituts zu Berlin . . . 63
A. Krebs, Beiträge zur Kenntnifs und Erklärung der Gewittererscheinungen. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 64
Ueber den Winneckeschen Kometen und die Masse des Planeten Merkur. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin . . . 153
Vademecum astronomi . . . 155
Paul Carus, Fundamental Problems. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 155
W. J. van Bebber, Lehrbuch der Meteorologie für Studireude und zum Gebrauch in der Praxis. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 156
Astronomisches aus Babylon. Von J. N. Strafsmair und J. Epping. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin . . . 201
William Ferrel, A popular treatise on the winds, comprising the general motions of the atmosphere, monsoons, cyclones, tornadoes, waterspouts, hailstorms etc. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 203
Adam Paulsen, Contribution à notre connaissance de l'aurore boréale. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 205
Kleyers Encyklopädie der gesamten mathematischen, technischen und exakten Naturwissenschaften. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin . . . 298
Hermann Fritz, Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin . . . 299
Diesterwegs populäre Himmelskunde und mathematische Geographie. Besprochen von F. S. Archenhold in Berlin . . . 345
J. C. Houzeau et Lancaster, Bibliographie générale de l'astronomie. Tome premier, première et seconde partie. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin . . . 346
Die Sonne unter der Herrschaft der Planeten Venus, Erde und Jupiter von Wilhelm Sellmeier. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin . . . 347

Seite

Verzeichnifs der vom 1. August 1889 bis zum 1. Februar 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher 348

J. de Montessus de Ballore: Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique, depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours. Besprochen von Prof. Edward S. Holden, Direktor der Lick-Sternwarte 442

Reimann, Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin 444

Die Projektionskunst für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen . . 445

Woldemar Voigt, Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik 445

Berichtigung 445

F. Kerz, Weitere Ausbildung der Laplaceschen Nebularhypothese. Zweiter Nachtrag. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin 493

Emil Berg, Die Gewitter Rufslands im Jahre 1889. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 494

R. v. Kövesligethy, Grundzüge einer theoretischen Spektralanalyse. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin 540

G. F. Chambers, A Handbook of descriptive and practical Astronomy. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin . . . : 541

H. A. Schumacher, 1. Bessel als Bremer Handlungslehrling. 2. Die Lilienthaler Sternwarte 541

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1889/90. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin 585

Siegmund Günther, Die Meteorologie ihrem neuesten Standpunkte gemäfs. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 585

Verzeichnifs der vom 1. Februar bis 1. August 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher 586

Berichtigung 588

Sprechsaal 157. 206. 254. 301. 351. 446. 589

Den mit einem * versehenen Artikeln sind erläuternde Abbildungen beigegeben.

Namen- und Sachregister

zum zweiten Bande.

Algol als Doppelstern und Mizar als dreifacher Stern. Von F. S. Archenhold 239.
Andromeda, der Nebel in der 106.
Astronomical Society of the Pacific 385.
Astronomie in Japan 341.
Astronomisches aus Babylon. Von J. N. Strassmair & Epping. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin 201.
Astrophysikalische Observatorium bei Potsdam, ein Rundgang durch das. Von Dr. F. Körber 126.
Ballot, Bujis † 386.
Bebber, W. J. v. Lehrbuch der Meteorologie für Studirende und zum Gebrauche in der Praxis. Von Dr. E. Wagner in Berlin 156.
Berg, Emil. Die Gewitter Rufslands im Jahre 1889. 494.
Berichtigung 445. 588.
Biographische Bilder. I. Dr. Karl Ludwig Hencke. Von Professor Wilhelm Förster 463.
Bücher, Verzeichnifs der vom 1. August 1889 bis zum 1. Februar 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten 348.
Bücher, Verzeichnifs der vom 1. Februar bis 1. August 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten 586.
Carus, Paul. Fundamental Problems. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 155.
Chambers, G. F. A Handbook of descriptive and practical Astronomy. Von Dr. F. Körber 541.
Diesterwegs populäre Himmelskunde und mathematische Geographie. Besprochen von F. S. Archenhold 345.
Eiszeiten, Zur Crollschen Theorie der alternirenden. Von Dr. P. Schwahn 57.
Entfernung der Erde von der Sonne, die diesjährigen Beobachtungen zur Ermittelung der. Von F. K. Ginzel 139.
„Equatorial coudé", das, der Pariser Sternwarte 573.
Erdaxe, Schwankung der 395.
Erdballs, die Ansichten der Physiker und Geologen über die innere Beschaffenheit des. Von Dr. P. Schwahn 399, 454.
Erdbeben, die Californischen, 1850 bis 1888, in ihrer Beziehung zu den Finsternissen. Von F. K. Ginzel 255, 309.
Erdbeben, das Griechische am 25. August 144.
Erdbeben in Japan, Statistik der 109.
Erdbeben, die Periodizität der 438.
Erdbebencentrums, Zur Malletschen Methode der Bestimmung des 484.
Erdbebenforschung auf der Lick-Sternwarte 54.
Erdbebenwelle, zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der. Von Dr. P. Schwahn 52.
Eruptionen und Seebeben, unterseeische vulkanische. Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 509.
Falbsche Theorie, die, und der Einflufs des Mondes auf die Gewitter. Von F. K. Ginzel. 146.
Falbsche Theorie, Statistik und politische Ereignisse. Von F. K. Ginzel 389.
Ferrel, William. A popular treatise on the winds, comprising the general motions of the atmosphere monsoons, cyclons, tornadoes, waterspouts, hailstorms etc. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 203.

Fluthbewegung, die, des Meeres und der Luft. Von Professor Dr. R. Börnstein 207, 262. Nachtrag dazu 341.
Fritz, Hermann. Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. Von F. K. Ginzel 299.
Funkeln der Sterne, die Untersuchungen Montignys über das. Von Dr. L. de Ball 159, 218.
Günther, Siegmund. Die Meteorologie, ihrem neuesten Standpunkte gemäfs. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 585.
Helligkeitsbestimmungen, photographische, der Sterne. Von Dr. F. Körber in Berlin 482.
Hencke, K. L., siehe Biographische Bilder. Von Professor Wilhelm Förster 463.
Hermannshöhle, die, bei Rübeland im Harz. Von Dr. V. Lewin, Oberrealschullehrer in Braunschweig 417.
Hilfsapparat, ein neuer, zur Beobachtung plötzlicher Phänomene. Von Dr. F. Körber in Berlin 56.
Himmelserscheinungen im Jahre 1890, allgemeine Uebersicht der beachtenswerthen 196.
Himmelsgewölbes, die scheinbare Gestalt des. Von C. Kafsner in Berlin 577.
Himmelskarte, die photographische 100.
Hirn, Gustav Adolph. Von Dr. F. Körber in Berlin 522.
Houzeau, J. C. et Lancaster. Bibliographie générale de l'astronomie. Tome premier, première et seconde partie. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin 346.
Jahrbuch der Naturwissenschaften 1889—1890. Von Dr. F. Körber in Berlin 585.
Insel, eine neu entstandene, in der Südsee 488.
Jupiteroberfläche, die, im Jahre 1889. Von James E. Keeler, Astronom der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton 495. 543.
Karstes, die hydrologischen Geheimnisse des, und seine unterirdischen Wasserläufe. Von Wilhelm Putick, k. k. Forstinspektions-Adjunkt 39. 86.
Katastrophe, eine, bei Kanzorik in Armenien 483.
Kerz, F., Weitere Ausbildung der Laplaceschen Nebularhypothese. Zweiter Nachtrag. Besprochen von F. K. Ginzel in Berlin 493.
Kleyers Encyklopädie der gesamten mathematischen, technischen und exakten Naturwissenschaften. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 298.
Komet Brooks. Von Dr. F. Körber in Berlin 104.
Kometen und Sternschnuppen, über. Von Prof. C. F. W. Peters, Direktor der Sternwarte zu Königsberg 316.
Kometenmedaille der astronomischen Gesellschaft der pacifischen Staaten 148.
Korallen-Riffe und Atolle, John Murrays Ansichten über die Entstehung der. Von Dr. P. Schwahn in Berlin 287.
Kövesligethy, R. v., Grundzüge einer theoretischen Spektralanalyse. Von F. K. Ginzel in Berlin 540.
Krebs, A., Beiträge zur Kenntnifs und Erklärung der Gewittererscheinungen auf Grund der Aufzeichnungen über die Gewitter Hamburgs in den Jahren 1878—87. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 64.
Le Verrier und die Meteorologie Von Dr. E. Wagner in Berlin 149.
Le Verriers Standbild und die Geschichte der Neptunentdeckung 107.
Licht und Elektricität, über die Beziehungen zwischen. Ein Vortrag, gehalten bei der 62. Versammlung deutscher Naturforscher in Heidelberg. Von Heinrich Hertz, Professor der Physik an der Universität Bonn 72.
Lick-Sternwarte, Kosten der 294.
Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin. Von Prof. Dr. A. Fischer, Sektionschef im Königl. Preufsischen Geodätischen Institut 303, 353.
Meeresströmungen des atlantischen Ozeans, ein Modell der 143.

Merkur, die Masse des 153.
Merkur, die Rotation des. Von Dr. F. Körber in Berlin 242.
Meteor. Von Dr. F. Körber in Berlin 148.
Meteorologischen Beobachtungen und Instrumente, die Anfänge der. Von Dr. G. Hellmann, Mitglied des Kgl. meteorologischen Instituts in Berlin 113, 172.
Meteors, Bahn des, vom 15. Oktober 1889. Von Dr. F. Körber in Berlin 581.
de Montessus de Ballore, J., Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique, depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours. Besprochen von Prof. Edward S. Holden, Direktor der Lick-Sternwarte 442.
Montigny †. 429.
Montignys Untersuchungen über das Funkeln der Sterne. Von Dr. L. de Ball in Lüttich 159. 218.
Nebel, die helikalischen. Von Edward S. Holden, Direktor der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton 1.
„**Nebel**, die helikalischen", Hinzufügungen zu dem Artikel 62
Nebenflüsse, über das Umbiegen der, in der Nähe ihrer Vereinigung mit dem Hauptstrom 142.
Newtons Geburtshaus 580.
Observatorium, das, auf Madagaskar. Von S. Archenhold in Berlin 528.
Oppolzer-Denkmals, Enthüllung des, an der Wiener Universität. Von Dr. R. Schram 519.
Paulsen, Adam. Contribution à notre connaissance de l'aurore boréale. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 205.
Plankton-Expedition, die Deutsche Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 377.
Populäre Wissenschaft und Halbbildung, über, im besondern in Bezug auf die Bestrebungen der Urania. Von Dr. W. Meyer, Direktor der Urania in Berlin 560.
Privatsternwarten, astronomische Thätigkeit zweier 526.
Projektionskunst, die, für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen 445.
Pulkowa, die Festschrift der Sternwarte 529.
Rechenkunst, Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen. Von F. K. Ginzel. I. Die Anfänge des astronomischen Rechnens 447. II. Das Zeitalter der Kometen- und Planetenbahn-Bestimmungen 501. III. Die rechnerischen Aufgaben der Rechenkunst 553.
Reimann, Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin 444.
Respighi †. 429.
Röttger, Rudolf, Erdbeben. Besprochen von Dr. E. Wagner in Berlin 63.
Sächsische Schweiz, die, und der Elbdurchbruch zwischen Tetschen und Pirna. Von Dr. Richard Beck in Leipzig, mit Bildern von Olof Winkler in Dresden 182.
Säuren, Beimengung von, in Regenwasser und Schnee. Von Dr. E Wagner in Berlin 339.
Schiaparellis Forschungen über die Rotation der Venus. Von Dr. F. Körber in Berlin 534.
Schlagwetterexplosionen u. kosmische Ursachen. Von Dr. E. Wagner in Berlin 436.
Schlagwellenexplosionen und Sonnenflecken 291.
Schumacher, H. A. 1. Bessel als Bremer Handlungslehrling. 2. Die Lilienthaler Sternwarte 541.
Sellmeier, W. Die Sonne unter der Herrschaft der Planeten Venus, Erde und Jupiter. Besprochen von Dr. F. Körber in Berlin 347.
Sonne, die physische Beschaffenheit der. Von Dr. P. Kempf, Astronom am Astrophys. Observatorium bei Potsdam 24.
Sonnencorona, zwei neue Theorien der. Von Dr. F. Körber in Berlin 479.
Sonnenfinsternifs, die, des Schuking 531.

Sonnenfinsternisse, Beobachtungsresultate über die totalen, am 1. Januar und 22. Dezember 1889. 476.
Sonnenflecken-Minimum 56.
Sprechsaal 157, 206, 254, 301, 351, 446. 589.
Sternenhimmel, Erscheinungen am, im Monat Oktober-November 59, im Monat November-Dezember 110, im Monat Dezember-Januar 150, im Monat Januar-Februar 198, im Monat Februar-März 251, im Monat März-April 295, im Monat April-Mai 342, im Monat Mai-Juni 396, im Monat Juni-Juli 439, im Monat Juli-August 490, im Monat August-September 537, im Monat September-Oktober 582.
Sternenstrahlung und Temperatur des Weltraums. Von Dr. F. Körber in Berlin 382.
Sternspektra, die, vom I. Typus. Von Dr. F. Körber in Berlin 433.
Strombestimmungen im Nordatlantischen Ozean mittelst „Flaschenposten" durch den Fürsten von Monaco. Von Admiralitätsrath Rottok in Berlin 247.
Temperaturmessungen, Ergebnisse der, in den fünf tiefsten preufsischen Bohrlöchern 245.
Urania, die, nach ihrer Fertigstellung. Bericht des Direktors Dr. M. W. Meyer 226. 268.
Uranus, das Spektrum des. Von F. S. Archenhold in Berlin 431.
Vademecum astronomi 155.
Venus, die Rotation der 534.
Veränderlichen Sterne, zur Theorie der. Von Dr. F. Körber in Berlin 383.
Voigt, Woldemar, Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik 445.
Vulkan, der, auf der Insel Vulkano im Aeolischen Archipel 145.
Was dann? Vortrag gehalten in der Gesellschaft Aula in München am 6. Dezember 1889 von Professor Dr. L. Sohncke 363.
Wellen, die Beruhigung der, durch Oel 191.
Winneckeschen Kometen, über den, und die Masse des Planeten Merkur. Von F. K. Ginzel in Berlin 153.
Witterungskunde, die neuere, und die Lehre von der Niederschlagsbildung. Von Professor Wilhelm von Bezold, Direktor des Kgl. meteorolog. Instituts zu Berlin 9, 65.





Die helikalischen Nebel.

Von Edward S. Holden.
Direktor der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton.

(Aus dem englischen Original-Manuskript übersetzt von Armin O. Leuschner, B. A., cand. phil.)

Die Entdeckung der helikalischen Gestalt des planetarischen Nebels H. IV. 37 (G. C. 4373) auf dieser Sternwarte im Jahre 1888*) führte naturgemäfs zu Nachforschungen nach einer Methode, welche es, in einigen Fällen wenigstens, ermöglichen würde, aus den Daten, welche die Projektion der verschiedenen Zweige eines Nebels auf den Hintergrund des Himmels gewährt, die wirkliche Lage dieser Zweige im Raume dreier Dimensionen zu bestimmen. Im allgemeinen ist es theoretisch hoffnungslos, eine Lösung dieser Aufgabe mit den uns gegenwärtig zu Gebote stehenden Hülfsmitteln zu finden. Immerhin habe ich, für eine Gattung von Nebeln wenigstens, einige interessante Resultate erzielt, und vielleicht ist die angewendete Methode ausgedehnterer Anwendung fähig.

Zu besserem Verständnifs der Methode erwäge man, in welcher Art ein Nebel sich uns zeigt. (Fig. 1.) Die einzigen Daten, die wir besitzen, sind die Umrisse a einer Zeichnung des Nebels, wie er gegen den Himmel x projizirt erscheint. Wir müssen uns unter der Kurve a die Basis eines Cylinders A vorstellen, dessen Elemente gerade Linien (Lichtstrahlen) sind, die sich von der Projektion a aus nach dem Auge in A hin fortpflanzen. Ist die Kurve a verwickelt und verschlungen, so wird dies auch die Oberfläche des Cylinders sein. Eine jede beliebige Kurve, die man auf der Oberfläche des Cylinders zeichnet,

*) Siehe „Himmel und Erde" Juni 1889, S. 505.

wie α' α'', projizirt sich auf den Himmel in dieselbe Kurve a; so dafs irgend eine aus der unendlichen Zahl der Kurven, die sich auf der Oberfläche des Cylinders zeichnen lassen, den wirklichen Nebel im Raume vorstellen mag, denn eine jede derartige Kurve projizirt sich in die Kurve a. Dies bewährt sich für einen und alle Nebel, wie β, b u. s. f.

Das Einzige, was wir thatsächlich über die Gestalt eines Nebels wissen, ist, dafs er sich in einer gewissen Form wie a oder b u. s. f. projizirt. Unsere Aufgabe ist, mit der alleinigen Kenntnifs der projizirten Kurven a, b etc. die wahren Kurven α, β etc. im Raume zu bestimmen.

Um unsere Ideen in das rechte Geleise zu leiten, wollen wir unser Augenmerk auf die gedehnten Nebelstränge richten, welche die Spiralnebel bilden.

Ehe ich mich jedoch dazu anschicke, mufs ich nothwendigerweise bemerken, dafs die Daten (die Kurven a, b etc.) gegenwärtig nur aus Zeichnungen geschöpft werden können, und folglich mit mannigfaltigen Arten von Fehlern behaftet sein mögen, deren Ursache in den Unvollkommenheiten der Teleskope, der Wahrnehmung und der Zeichnung liegen wird.

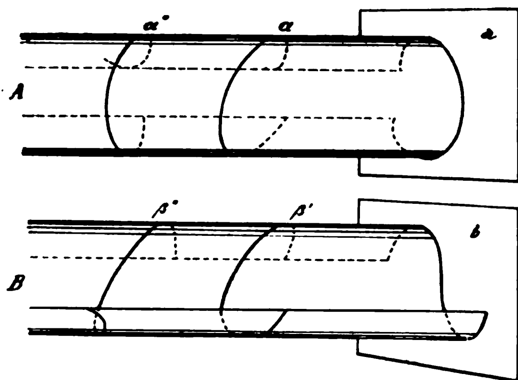


Fig. 1.

Photographieen von Nebeln sind einer verschiedenartigen und harmloseren Klasse von Fehlern unterworfen und sind frei von persönlichen Fehlern. Wenn das grofse Teleskop wieder in der Lage sein wird, Nebelflecke zu photographiren, hoffe ich deshalb, diese Untersuchung mit besseren Hülfsmitteln wieder aufnehmen zu können. Einstweilen werde ich die Zeichnungen von Lord Rosse, Lassell und anderen als die vortheilhaftesten verwenden und mich nicht mit etwaigen Fehlern in denselben befassen, sondern dieselben so behandeln, als ob sie fehlerfrei wären, da es eben die besten mir zu Gebote stehenden Hülfsmittel sind.

Um nun auf unsere spezielle Aufgabe zurückzukommen, wollen wir wieder die Fig. 1 ins Auge fassen. Das Einzige, was wir über den Nebel im Raume wissen, ist, dafs seine Projektion am Himmel a ist.

Irgend eine Kurve auf der Oberfläche des Cylinders A mag die wahre Gestalt des Nebels selbst vorstellen. Dasselbe ist der Fall für einen zweiten Nebel b, dessen Kurve b gewöhnlich von a verschieden ist. Jede beliebige Kurve auf der Oberfläche B projizirt sich in die Kurve b. Im allgemeinen wird aber die Gestalt der beiden Cylinder so sehr verschieden sein, dafs man identische Kurven α' β' auf ihren Oberflächen nicht zeichnen kann.

Fände sich nun ein Kurvenpaar a, b, dessen Cylinder A, B derartig gestaltet sind, dafs sich auf ihren Oberflächen dieselbe Kurve wirklich darstellen läfst, so wäre eine gewisse Möglichkeit vorhanden, dafs diese identische Kurve thatsächlich die wahre Gestalt der beiden Nebel im Raume repräsentirt. Wiederum, könnten wir einen weiteren Nebel c finden, dessen Cylinder c demjenigen des Nebels a so ähnlich ist, dafs gleiche Kurven auf den drei Oberflächen A, B, C sich ziehen liefsen, so wäre eine noch weit gröfsere Wahrscheinlichkeit vorhanden, dafs die identische Kurve auf den drei Oberflächen A, B, C thatsächlich die wahre Gestalt dieser drei Nebel a, b, c im Raume vorstellt. Fände sich ein weiterer Nebel d, dessen Cylinder D so gestaltet ist, dafs die nämliche Kurve sich auf seiner Oberfläche hervorbringen läfst, so ist eine noch viel höhere Möglichkeit vorhanden, dafs diese eine Kurve die wahre Gestalt aller vier Nebel a, b, c, d im Raume wirklich darstellt.

Indem wir mehr und mehr Beispiele gewinnen, welche alle dieselbe Bedingung erfüllen, wächst die Wahrscheinlichkeit, dafs wir die wahre Gestalt der Nebelgebilde im Raume erreicht haben, ungeheuer rasch. Und sind wir im stande, ausreichende Beispiele zu finden, so wird die Wahrscheinlichkeit dem Wesen nach zur Gewifsheit anwachsen.

Wir können diese Aufgabe praktisch angreifen, indem wir auf experimentellem Wege nach einer einzelnen Kurve φ forschen, die durch Projektion all die verschiedenen Kurven a, b, c, d, e . . . . z ergiebt. Läfst sich eine solche Kurve (durch Versuche) finden, so wird es in demselben Verhältnifs, als mehr und mehr Kurven a, b, c, d . . . . der Projektion dieser typischen Kurve genau entsprechen, auch mehr und mehr wahrscheinlich werden, dass φ in der That die wahre Kurve eines jeden der Nebel α, β, γ, δ . . . ω im Raume darstellt. Die Vermuthung derartiger Typen tauchte in mir infolge von Beobachtungen von Nebelflecken mit dem grofsen Fernrohre auf, und ich habe dieselbe in „Himmel und Erde“ Juni 1889 Seite 503 ff. theilweise erörtert. Heute präsentire ich eine Kurve, welche für eine gewisse Klasse von Spiralnebeln die typische zu sein scheint. Die beifolgende Fig. 2 zeigt mehrere Darstellungen einer Draht-Spirale, welche sich, wie ich

auf experimentellem Wege gefunden habe, in die Gestalt eines jeden der folgenden Nebel projiziren läfst.

Aufserdem giebt diese Figur einen Mafsstab, welcher mit dem Drahte zugleich photographirt wurde. Der Durchmesser des kleinsten Kreises des Mafsstabes beträgt einen Zoll und derjenige eines jeden der folgenden Kreise ist 0,2 Zoll gröfser, als der vorhergehende. Die Entfernung der Spitze des Pflockes von der horizontalen Linie, welche auf ihm gezeichnet ist, beträgt einen Zoll für eine jede der vertikalen Projektionen. In der Fig. 3 gebe ich eine Auswahl von Projektionen der typischen Spirale der Fig. 2. Diese wurden dadurch hergestellt, dafs das Drahtmodell parallelen Lichtstrahlen ausgesetzt und sein Schatten auf einer Fläche nachgezeichnet wurde.

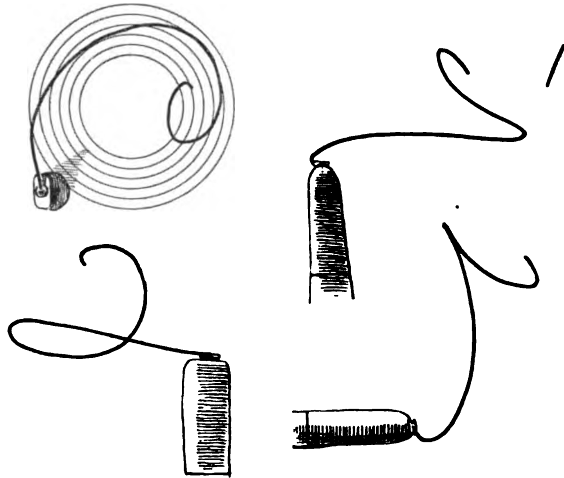


Fig. 2.

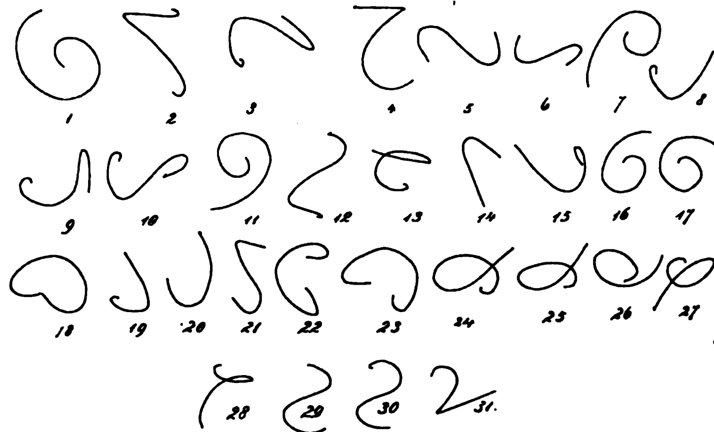
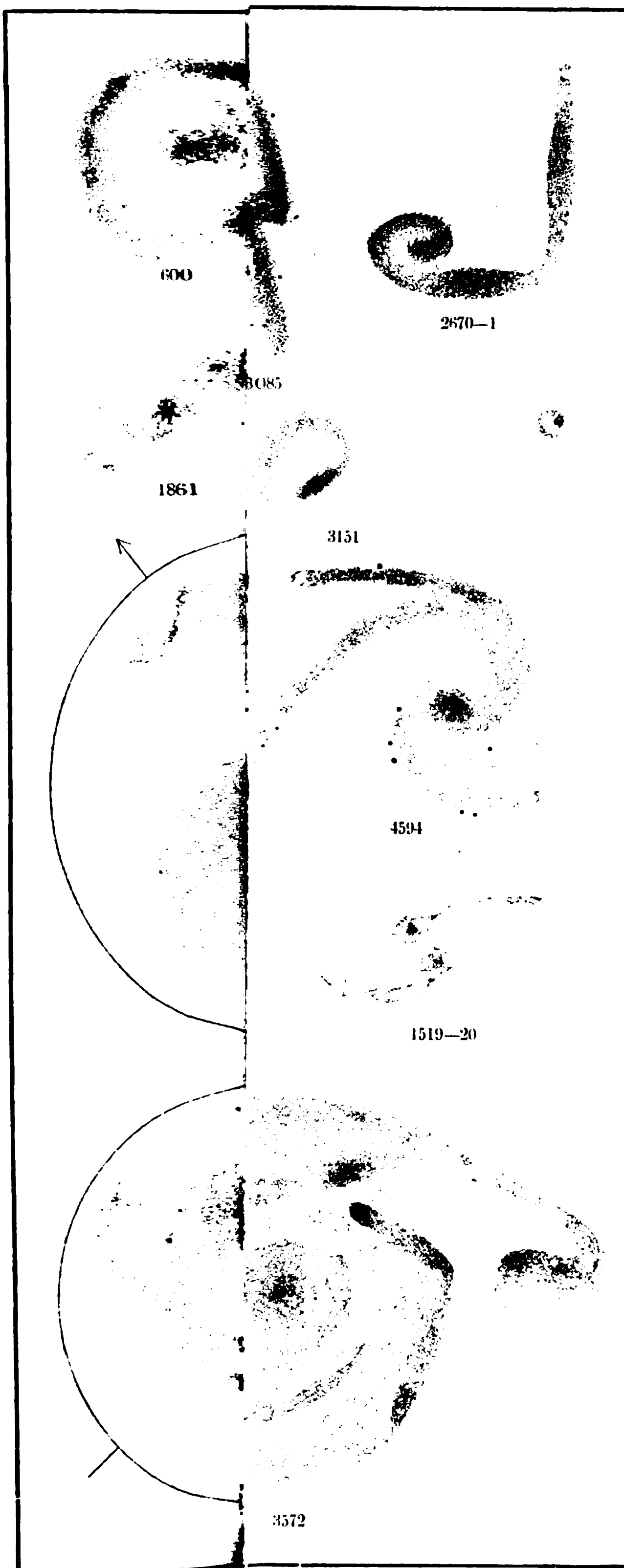


Fig. 3.

Meistentheils wurde die typische Spirale mit Zeichnungen von Nebeln verglichen, indem die Drahtspirale (deren Anfangspunkt nahezu stets das Papier im Kerne des Nebels berührte) so lange hin und her bewegt wurde, bis sich die Projektion der Spirale genau mit der Zeichnung des Nebels deckte, während das Auge senkrecht über der Papier-


600
2670—1
3085
1861
3151
4594
1519—20
3572

fläche stand. Gewöhnlich mufs das Modell für einen Nebel mit n Zweigen n verschiedene Male angewandt werden. Es hat sich auch nicht ein einziger Fall gefunden, in welchem diese Spirale einem Zweige eines Nebels entsprochen hätte, ohne zugleich einem jeden der übrigen zu entsprechen. Im Weiteren folgen einige Vergleichungen dieser typischen Spirale mit Zeichnungen von Nebeln. Ich beginne mit der bewunderungswürdigen Reihe von Zeichnungen, die Herr Lassell in den „Memoirs of the Royal Astronomical Society" vol. 36 giebt.*)

Lassells Figur.	G. K. No.	Bemerkungen.
2	600	Die Umrisse dieses Nebels wurden genau wiedergegeben (in unserer Fig. 3 No. 1).
3	604	dito (wenn man Lassells Figur umkehrt).
9	1511	dito (vergleiche unsere No. 3).
12 (a)	1861	dito (in unserer No. 6).
12 (b)	1861	Die Umrisse können wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 13, 24, 25).
15	2373	Die Schlinge und die darauf folgende Ecke der Lassellschen Zeichnung kann genau wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 15, 19).
16	2838	Die Axe der Hauptkurve der Zeichnung kann genau wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 20).
17	2890	Beide Figuren wurden genau wiedergegeben. Jeder Zweig ist eine Projektion der typischen Spirale (vergl. unsere No. 11, 16, 17).
27	3572 M. 51	All die hauptsächlichen Zweige wurden genau wiedergegeben; besondere Anwendung der typischen Spirale für einen jeden der Zweige (vergl. unsere No. 1, 7, 11, 16, 17).
28	3606	Kehrt man diese Zeichnung um, so können die drei Zweige durch dreimalige Anwendung der typischen Spirale genau wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 8, 14, 15, 19, 20).
29	3614	Kehrt man diese Zeichnung um, so können die beiden Zweige durch zweimalige Anwendung des Modells wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 5, 6, etc.).
33	4403	(Der Omega-Nebel.) Die Axen der Schlinge und des darauf folgenden geraden Theiles können genau wiedergegeben werden (vergl. unsere No. 31).
		Vergleichung mit „Lord Rosses" Zeichnungen in den „Philosophical Transactions 1861".
9	888	h 327 (vergl. unsere No. 1 etc.).
10	532	h 131. Kann genau wiedergegeben werden, wenn man die Zeichnung umkehrt und dem Mafsstabe anpafst.

*) Zur leichteren Vergleichung haben wir auf einer besonderen Tafel Copien der meisten der hier angeführten Nebelzeichnungen beigefügt. Die Red.

Lassells Figur.	G. K. No.	Bemerkungen.
13	2053	h 689 dito.
15	2216—7	h 765 –6 (vergleiche unsere No. 2, 3, 4, 12, 13, 28, 31).
16	2377	h 857 (vergl. unsere No. 1, 7, 11, 16, 17 etc.).
18	2670—1	h 1052—3 (vergl. unsere No. 2, 3, 12 etc.).
19	2680	h 1061 kann wiedergegeben werden.
21	2870	h 1196 (vergl. unsere No. 3, 9 (umgekehrt), 12, 29, 30 etc.).
23	3041—2	h 1306—8 (vergl. unsere No. 5, 6, 21 etc. und 11 etc.).
24	3085	h 1337 (vergl. unsere No. 2, 14; zweimalige Anwdg.).
25	3151	h 1385 (vergl. unsere No. 23, 24; beachte die Oeffnung in dem unteren Theile der Fig. (wie in No. 23) und das Hellerwerden des Nebels genau oberhalb (wie in No. 23, wo rechter Hand der Haken sich zurückbiegt).
26	3189—90	h 1414—5 (vergl. unsere No. 5, 6, 21, 29, 30).
28	3511	h 1589 (vergl. unsere No. 5, 6 etc.).
29	3615	h 1650 (vergl. unsere No. 11, umgekehrt).
32	4160	h 1946 (vergl. unsere No. 1 etc.).
36	4594	h 2084. Kehrt man diese Zeichnung um, so kann jeder der vier Aeste durch Projektion der typischen Spirale genau dargestellt werden. Ich habe ein Drahtmodell dieses Nebels angefertigt. Vor Beginn der vorliegenden Untersuchung bemühte ich mich, ein Modell dieses vierästigen Nebels anzufertigen, indem ich von der Voraussetzung ausging, dafs jeder der Zweige durch Projektion (in vier verschiedenen Winkeln) einer und derselben Kurve im Raume verursacht sei. Endlich glückte es mir, ein Stück Draht so zu biegen, dafs in vier verschiedenen Lagen desselben (während der Anfangspunkt der Spirale in steter Berührung mit dem Kerne stand), die vier Projektionen sich ganz genau mit den vier Aesten deckten. Hierauf legte ich das Modell bei Seite und konstruirte eine typische Kurve nach dem Nebel G. C. 600, dem grofsen Nebel G. C. 3572 (M. 51) und anderen. Diese zweite typische Kurve wurde nun (in umgekehrter Lage) auf den Nebel 4594 gebracht und es fand sich, dafs dieselbe die Aeste genau darstellte und dafs sie mit der zuerst konstruirten Kurve vollständig identisch war. Wie in anderen, so wird auch in diesem Falle die Ueberzeugung, dafs der wahre Typus der Nebel konstruirt worden ist, demjenigen mehr nahe gelegt werden, welcher die Modelle thatsächlich angefertigt und gefunden hat, dafs dieselben die Bilder genau repräsentiren, als dem, der nur Gelegenheit hat, einen Bericht über den Hergang des Experimentes zu lesen.
41	4971	h 2245 (vergl. unsere No. 1 etc. in umgekehrter Lage).

Lassells Figur.	G. K. No.	Bemerkungen.
		Vergleichung mit Lord Rosses Zeichnungen in den „Scientific Transactions R. Dublin Society Vol. II.“
Tafel I.	1202	(Vergl. unsere No. 24, 25).??
I.	1267	(Vergl. unsere No. 14, 15, 19 etc. in umgekehrter Lage).
II.	1519	Kann genau wiedergegeben werden.
II.	1520	dito.
III.	1861—3	dito, die hauptsächlichen Kurven dieses Nebels.
IV.	3572	dito.
V.	4561	(Vergl. unsere No. 9, 10, nur die mittleren Theile.)
VI.	4403	Die Axen desselben können genau wiedergegeben werden. Siehe unsere No. 31.

Es ist kaum nöthig, noch weitere Beispiele anzuführen. Die soeben beleuchteten sind hinreichend, um für jeden, der aus den Daten der Fig. 2 für sich selbst eine typische Kurve anfertigen und die Vergleiche mit den Figuren, wie sie soeben in ihren Grundzügen skizzirt wurden, anstellen will, die volle Tiefe der Wahrheit zu begründen.

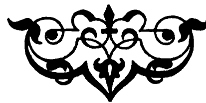
Die Spiralen des Orion-Nebels gehören wahrscheinlich ebenfalls zu dem soeben angeführten Typus. Das Beispiel des Omega-Nebels ist sehr auffallend. (G. C. 44, 4403.)

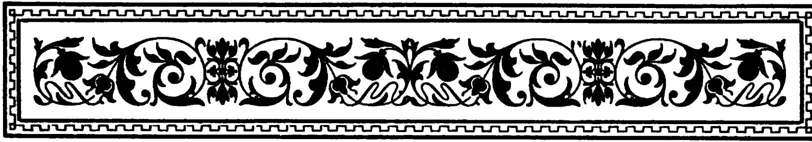
Zu der im Vorhergehenden erläuterten Vermuthung mag entgegnet werden, die Formen der Nebel seien so undefinirbar, dafs ein aufserordentlich weiter Spielraum in der Identifikation der Zeichnungen mit den Projektionen irgend einer speziellen typischen Kurve gestattet sei. Zweifellos trifft dies zu. Die einzige Abhülfe hiergegen besteht darin, bessere Darstellungen der Nebel selbst auf photographischem Wege zu erzielen. Weiter könnte man einwerfen, die Fig. 3 beweise, dafs eine einmal angenommene Spirale sich in eine grofse Menge von Formen projiziren lasse, und diese hinlänglich verschieden seien, um sich einer verhältnismäfsig kleinen Zahl aus den vielen Tausenden der bekannten Nebel anzuschliefsen. Ohne Zweifel ist es wahr, dafs die Projektionen einer Menge von verschiedenen Kurven einer beträchtlichen Anzahl der angeführten Zeichnungen angepafst werden können. Und doch scheint es mir nach meinen Versuchen, dafs die Helix der Fig. 2 der typischen Kurve der fraglichen Nebel näher kommt, als irgend eine andere, die ich augenblicklich zu konstruiren in der Lage wäre. Sicherlich bedarf sie einiger Verbesserung, doch stellt sie meiner Ansicht nach eine gute erste Annäherung vor. Wenn man die Versuche selbst anstellt, wird man die Schwierigkeit, die Kurve

zu vervollkommnen, am ersten würdigen können. Ferner mufs man bedenken, dafs, während die Zahl aller Nebel weit in die Tausende hineinreicht, es verhältnifsmäfsig nur wenige Spiralnebel giebt, und dafs ein erstaunlich grofser Prozentsatz dieser sich der typischen Kurve anschliefst, während sich durchaus keine Verwandtschaft derselben mit anderen als Spiralnebeln erzwingen läfst. Sollte die Spirale in der Fig. 2 wirklich der Typus einer gewissen Klasse von Nebeln sein, so kann eine Menge interessanter Fragen eine Lösung finden. Z. B.: Welches sind die Richtungen der Axen dieser verschiedenen Nebel im Raume? Bestehen irgend welche systematische Beziehungen zwischen diesen Axen? Welcher Art ist das Gesetz der Kräfte, nach welchem materielle Bestandtheile von dem centralen Kerne abgestofsen (oder angezogen) werden? Haben wir hier in den Nebeln verschiedene Typen von Spiralen, mehr oder weniger analog den verschiedenen Typen der Kometenschweife, wie sie Prof. Bredichin in so zutreffender Weise aufgestellt hat? Gewisse Theile dieser Nebel müssen sich der Erde nähern, andere sich von ihr entfernen. Können wir vermittelst des Spektroskopes derartige Bewegungen von einander scheiden?

Eine Vermuthung, die auch nur die Hoffnung wach werden läfst, derartige Probleme erfolgreich anzugreifen, ist nicht ohne Werth, und trage ich deshalb kein Bedenken, obige Abhandlung in ihrer gegenwärtigen unvollkommenen Gestalt zu veröffentlichen.

Lick Observatory, Juli 12, 1889.





Die neuere Witterungskunde und die Lehre von der Niederschlagsbildung.

Von Professor **Wilhelm von Bezold**,
Direktor des kgl. meteorologischen Instituts zu Berlin.

Es giebt wenige Wissenschaften, welche innerhalb der letzten Jahrzehnte eine so einschneidende Umgestaltung erfahren haben, wie die Meteorologie. Verfeinerte Instrumente, neue Methoden und neue Gesichtspunkte haben die Lehre von den Vorgängen in der Atmosphäre von Grund aus umgewandelt, und die Erklärungen, welche man noch vor nicht zu ferner Zeit von Reihen von Erscheinungen gegeben hat, zum grofsen Theile geradezu auf den Kopf gestellt.

Bis in die Mitte des Jahrhunderts war die Meteorologie wesentlich eine geographisch-statistische Wissenschaft, heute bilden diese geographisch-statistischen Forschungen nur einen Zweig derselben, während man mit allen Kräften darnach strebt, die eigentliche Witterungskunde auf streng physikalische Grundlage zu bringen, d. h. sie zu einer Physik der Atmosphäre auszubauen.

Diese Art der Entwickelung war eine vollkommen naturgemäfse.

Als man zuerst anfing, über Druck, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft, sowie über Wind, Bewölkung und Niederschläge regelmäfsige Beobachtungen und Aufzeichnungen zu machen, da mufste man auch bald darauf bedacht sein, das rasch anwachsende Zahlenmaterial übersichtlich zusammenzufassen, um in demfelben Gesetz und Ordnung zu entdecken.

Hierfür bot sich nun die Mittel- oder Summenbildung als naturgemäfses Hülfsmittel dar.

Man vereinigte die bei den Beobachtungen aufgezeichneten Zahlenwerthe zu Tages-, Monats- und Jahresmitteln und erlangte damit die Grundlage für viele wichtige Untersuchungen.

Hierher gehört vor allem die allgemein interessirende Frage, ob ein ganz bestimmter Monat etwa besonders kalt, besonders warm, ungewöhnlich nafs, ungewöhnlich trocken gewesen sei, oder ob er sich

so verhalten habe, wie es der langjährige Durchschnitt ergiebt, d. h. ob er normal gewesen sei.

Desgleichen kann man auf Grund solcher Zahlen untersuchen, ob zwei Orte im langjährigen Durchschnitte gleiche Jahrestemperaturen oder gleiche Sommer- oder Wintertemperaturen zeigen, oder ob und in welchem Maſse sie sich in dieser Hinsicht von einander unterscheiden.

Ja man kann, wie dies zuerst Alexander von Humboldt im Jahre 1817 mit einem freilich höchst spärlichen Materiale gethan hat, alle Punkte der Erdoberfläche, welche gleiche mittlere Jahrestemperatur oder gleiche mittlere Sommer- oder gleiche mittlere Wintertemperatur besitzen, durch Linien verbinden und sich so ein anschauliches Bild verschaffen von der Wärmevertheilung auf der Erdoberfläche. Geht man in der Beschränkung der zur Mittelbildung herangezogenen Periode noch weiter, und legt man, wie dies zuerst von Dove geschah, solchen Darstellungen langjährige Monatsmittel zu Grunde, so wird das Bild immer ausgeprägter und sprechender.

Aehnlich wie bei den Temperaturen kann man natürlich bei dem Luftdruck, bei den Niederschlägen, bei der Bewölkung u. s. w. verfahren.

Welch' schöne und lehrreiche Bilder man auf diese Weise gewonnen hat, davon legt der vor zwei Jahren erschienene Atlas der Meteorologie von J. Hann ein glänzendes Zeugniſs ab.

Aber wie weit man auch diese Mittelbildungen ausdehnen mag, und wie werthvoll die Aufschlüsse sein mögen, welche man an der Hand derselben über die Bewohnbarkeit unseres Erdballs, über die Verbreitung von Thier- und Pflanzenleben gewinnen kann, so wird doch das Gebiet der Erforschung der atmosphärischen Vorgänge dadurch noch lange nicht erschöpft, nach mancher Seite hin kaum gestreift.

Mittelwerthe können eben ihrer Natur nach nur ein Bild davon geben, wie sich gewisse Erscheinungen oder wenn man Mittelwerthe aus verschiedenen Gröſsen bildet, wie sich Gruppen von Erscheinungen im allgemeinen abzuspielen pflegen, sie charakterisiren auf dem hier betrachteten Gebiete das, was man das „Klima" eines Ortes nennt.

Es ist erst etwas über 30 Jahre her, seit der holländische Meteorologe Buys-Ballot den Begriff Klima scharf präzisirte.

Früher unterschied man kaum zwischen Klima und Wetter, wenigstens nicht zwischen der Lehre vom Klima und jener vom Wetter, ja man kann sagen, das, was man früher als Meteorologie bezeichnete,

war eben nur die Lehre vom Klima, nicht aber eigentliche Witterungskunde.

Erst seitdem der Unterschied zwischen Klima und Wetter zum klaren Bewufstsein gekommen war, fing man an sich ernstlich mit der Erforschung der Witterungserscheinungen zu beschäftigen, während die älteren Untersuchungen über die Vorgänge in der Atmosphäre wesentlich nur vom klimatologischen Standpunkte aus geführt wurden.

Heute haben sich Klimatologie und eigentliche Meteorologie zu grofsen selbständigen Wissenschaften entwickelt, die zwar durch tausendfache Fäden miteinander in Verbindung stehen, sich aber doch sowohl hinsichtlich der Methode als auch hinsichtlich ihrer eigentlichen Zielpunkte ganz wesentlich von einander unterscheiden.

Unter „Klima" versteht man die Gesamtheit der meteorologischen Erscheinungen, wie sie sich im Durchschnitt an einer Stelle der Erdoberfläche abzuspielen pflegen.

Mit dem Worte „Wetter" hingegen bezeichnet man jene Reihe von atmosphärischen Zuständen, wie sie zu einer gegebenen Zeit an einem bestimmten Orte oder auch über einem gröfseren Gebiete thatsächlich aufeinanderfolgen, oder in einem gegebenen Zeitpunkte sich der Beobachtung darbieten.

Das Wetter trägt einen individuellen Charakter an sich, das Klima hingegen ist eine Abstraktion.

Das Wetter kann an ein und demselben Orte heute kalt, morgen warm, heute feucht, morgen trocken sein, in dem einem Jahre wesentlich anders als in einem andern u. s. w., das Klima hingegen bleibt im allgemeinen unverändert oder ist höchstens im Laufe langer Zeiträume oder nach gewaltsamen Eingriffen, wie Entwaldung, Entsumpfung u. dgl. kleinen, meist schwer nachweisbaren Aenderungen unterworfen.

Mit einem Worte, das Klima gehört zu den charakteristischen dauernden Eigenthümlichkeiten eines Ortes oder einer Gegend, das Wetter ist ein Kind des Augenblicks, stetem Wechsel unterworfen.

Sowie man sich dieses Unterschiedes zwischen Klima und Wetter klar bewufst wird, versteht man auch, dafs Mittelwerthe unmöglich geeignet sein können, um einen tieferen Einblick in Witterungsverhältnisse zu gewinnen.

Thatsächlich sind auch Fortschritte auf dem Gebiete der eigentlichen Witterungskunde erst von dem Zeitpunkte an zu verzeichnen, wo man anfing, den atmosphärischen Zustand für gegebene Augenblicke zum Ausgangspunkte der Forschung zu machen.

Man bedient sich hierfür seit dem Vorgange von Buys-Ballot ebenfalls der kartographischen Darstellung.

Indem man die Vertheilung des Luftdruckes und der Temperatur für einen gegebenen Augenblick in gleicher Weise durch Linien gleichen Druckes — Isobaren — und durch Linien gleicher Temperatur darstellt, wie man dies schon viel früher für Mittelwerthe gethan hat, und indem man überdies noch Windrichtung, Windstärke und Bewölkung ebenfalls in einfacher Weise ersichtlich macht, erhält man ein Bild, welches die Wetterlage für den betreffenden Zeitpunkt mit einem Blicke zu übersehen gestattet.

Solche Bilder sind die sogenannten Wetterkarten, die man eben wegen der zuletzt erwähnten Eigenschaft auch „synoptische" nennt, während man die ganze auf solchem Ueberblicken der gleichzeitigen atmosphärischen Zustände fufsende Methode der Forschung ebenfalls als die „synoptische" bezeichnet.

Indem man solche synoptische Karten für gleiche Zeitintervalle entwirft, also etwa von Tag zu Tag, oder noch besser von 8 zu 8 Stunden, kann man die Veränderungen, welche sich im athmosphärischen Zustande vollziehen, genau verfolgen.

Thatsächlich ist man auch auf diesem Wege zu höchst wichtigen Erkenntnissen gekommen, und haben sich dabei die Anschauungen über die Vorgänge in der Atmosphäre vollkommen umgestaltet.

Ueber Wetterkarten und über ihre Benutzung zur Vorhersagung der Witterung ist jedoch innerhalb der letzten zehn Jahre so viel geschrieben worden und sind dieselben auch so häufig zum Gegenstande populärer Darstellung gemacht worden, dafs es nicht nöthig scheint, hier abermals eine solche zu geben.

Es soll vielmehr hier eine andere Seite der modernen Meteorologie beleuchtet werden, die mit der synoptischen Methode nicht in unmittelbarem Zusammenhange steht, wenn auch die Ergebnisse der gleich auseinanderzusetzenden theoretischen Ueberlegungen in den Wetterkarten ihre kräftigste Stütze und die schlagendsten Beweise für ihre Richtigkeit finden.

Diese hier zu betonende Seite betrifft die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf die Meteorologie, ein Schritt, der in seinen Folgen nicht weniger zur Förderung dieser Wissenschaft beigetragen hat, als die Einführung der synoptischen Methode.

Zunächst äufserte sich dies in der Enträthselung einer der gewöhnlichsten und zugleich wichtigsten Erscheinungen, nämlich der Niederschlagsbildung.

Den Grund der Niederschlagsbildung erblickte man früher in der Mischung ungleich warmer mit Wasserdampf gesättigter Luftmengen.

Ein bestimmtes Volumen — gleichgültig ob mit Luft erfüllt oder nicht — vermag nämlich je nach der Temperatur sehr verschiedene Wassermengen in Dampfform aufzunehmen.

So betragen z. B. die Wassermengen, welche in einem Kubikmeter dampfförmig vorhanden sein können, bei 0^0, 10^0, 20^0, 30^0 des hundertheiligen Thermometers der Reihe nach 4.9, 9.4, 17.2, 30.1 Gramm. Sie wachsen demnach sehr rasch mit steigender Temperatur.

Enthält die Luft bei den genannten Temperaturen thatsächlich die angeführten Dampfmengen, so nennt man sie gesättigt, enthält sie nur etwas weniger, so ist sie feucht, wenn erheblich weniger, trocken, da sie in dem einen Falle nur noch wenig, im anderen Falle aber noch viel Wasser aufzunehmen vermag.

Wird gesättigte Luft abgekühlt, so mufs das überschüssige Wasser herausfallen, zunächst als Nebel oder Wolke und dann je nach der Temperatur als Regen oder Schnee, unter besonderen Umständen auch als Thau, Reif oder Hagel.

Es handelt sich also wesentlich darum, zu erklären, wie solche Abkühlung zu stande kommen kann.

Nun wufste man längst, dafs es in den höheren Schichten der Atmosphäre im allgemeinen kälter ist als in den tieferen, und so dachte man sich, dafs beim Aufsteigen erwärmter feuchter Luft eine Mischung mit kälterer eintreten müsse, und dafs dadurch die Ausscheidung des Wassers bewirkt werde.

Freilich mufste man zugleich annehmen, dafs auch die beigemischte kühle Luft, wenn auch nicht vollständig, so doch nahezu gesättigt sei.

Unter dieser Voraussetzung überlegte man nun folgendermafsen: gesetzt, ein Kubikmeter gesättigte Luft von 0^0 werde mit einem solchen von 20^0 gemischt, so enthält das erstere 4.9, das letztere 17.2 Gramm, im Kubikmeter des Gemisches, mithin $\frac{4.9 + 17.2}{2}$ d. i. 11.05 Gramm; nun sagte man ferner, wenn gleiche Mengen Luft von 0^0 und von 20^0 gemischt werden, so hat das Gemisch die Temperatur von 10^0, mithin kann es im Kubikmeter nur 9.4 Gramm enthalten und 1.65 Gramm müssen ausgeschieden werden.

Diese Art der Betrachtung wurde schon vor hundert Jahren von dem Engländer Hutton ausgeführt, obwohl es ihm damals noch an den erforderlichen Zahlen gebrach, und er nur wufste, dafs die Dampf-

menge in gesättigter Luft mit der Temperatur rasch zunehme. Sie blieb dann lange Zeit in Kraft und selbst heutzutage ist die Meinung noch weit verbreitet, dafs man wirklich eine Hauptursache der Niederschläge in solcher Mischung zu suchen habe.

Dies ist aber keineswegs der Fall, denn abgesehen von der grofsen Unwahrscheinlichkeit, dafs Luftmengen von so verschiedener Temperatur überhaupt zur Mischung kommen, so ist die Betrachtung, auf welche man die Berechnung der Mitteltemperatur stützte, falsch.

Gleiche Volumina Luft von 0° und von 20° geben nur dann ein Gemisch von 10°, wenn man es mit trockener Luft zu thun hat, oder wenigstens mit so wasserdampfarmer Luft, dafs der Sättigungspunkt bei der Mischung nicht erreicht wird.

Ist letzteres der Fall, dann wird auch die Temperatur eine höhere, da bei der Kondensation von 1 Gramm Wasser ungefähr ebensoviel Wärme frei wird oder richtiger, soviel entzogen werden mufs, als bei Normaldruck zur Erwärmung von einem Kubikmeter Luft um 2° erforderlich ist.

Berücksichtigt man dies, so findet man in dem oben angegebenen Beispiel nicht 10° als Mischungstemperatur, sondern 11.6 und als ausgeschiedene Wassermenge nicht 1.65 Gramm, sondern nur 1.05, d. i. ungefähr der elfte Theil des in den gemischten Luftmengen ursprünglich vorhandenen Wassers.

Solche geringe Mengen sind aber durchaus nicht hinreichend, um die thatsächlich fallenden Niederschlagsmengen zu erklären; wie man leicht durch weitere Ueberlegungen nachweisen kann, von denen jedoch hier abgesehen werden soll, um nicht zu ermüden.

Uebrigens lassen schon die Wolken in vielen Fällen an ihrer Form erkennen, dafs sie nicht durch Mischung entstanden sein können.

Wäre letzteres der Fall, so müfsten sie gerade in ihren Grenzschichten am dichtesten sein und insbesondere müfsten die hoch aufgethürmten kugeligen Sommerwolken, die lokalen aufsteigenden Luftströmen ihre Entstehung verdanken, die Gestalt hohler Glocken besitzen, während sie doch ganz ebene Grundflächen zeigen und überhaupt leicht erkennen lassen, dafs sie durch ihre ganze Masse hindurch aus dichtem Nebel bestehen und keineswegs hohl sind.

Es giebt zwar Wolken, die thatsächlich durch Mischung entstehen, doch sind dies jedenfalls nur leichte Wolken und bleibt es fraglich, ob sie jemals so dicht werden können, dafs Regen herausfällt.

Ich kann z. B. selbst ein Beispiel anführen von Wolken, bei denen es zweifellos ist, dafs sie durch Mischung gebildet wurden:

Wenn man von Innsbruck über den Brenner nach Bozen fährt, so passirt man bei der Station Gossensafs das durch den wildzerklüfteten Feuersteingletscher abgeschlossene malerische Pflerschthal.

Dieses Thal verläuft beinahe genau von Westen nach Osten, so dafs die den Nordrand desselben bildende Bergkette an ihrem nach Süden blickenden Abhange vom Morgen bis zum Abend ununterbrochen den Strahlen der Sonne ausgesetzt ist.



Fig. 1.

Diese Kette ist jedoch in ihrem oberen Drittheil durch einen Einschnitt — das Grubjoch — mit dem nördlich vom Pflerschthal verlaufenden Obernbergerthal verbunden und dieser Einschnitt gestattet nördlichen Winden den Eintritt in die oberen Luftschichten des Pflerschthales.

Da habe ich nun einige Male an heiteren Tagen bei leichter nördlicher Luftströmung gegen Abend die Erscheinung beobachtet, welche in vorstehender Skizze nach der Erinnerung angedeutet ist.

Aus dem erwähnten Einschnitt trat eine leichte Wolkenfahne aus mit der konvexen Seite gegen Süden, während der benachbarte höhere Berg mit einer ähnlichen aber schwächeren und entgegengesetzt gekrümmten Feder gekrönt war.

Der Grund ist leicht verständlich: an dem stark erwärmten, nach Süden gewendeten Abhang hatte sich ein aufsteigender Luftstrom gebildet. In diesen breiten Strom blies nun der kühle Wind, der durch den Nordeinschnitt kam, und wurde von ihm nach oben abgelenkt, während gleichzeitig leichte Kondensationen die Bahn des eintretenden und abgelenkten Stromes sichtbar machten.

Anders an der benachbarten Spitze, dort wurde die innere vom Abhange aufsteigende Luft gewissermafsen in feinem Strahle in die nördliche Strömung hineingeführt, die dort oben bereits die Oberhand hatte und nun wurde der warme Strom abgelenkt, aber selbstverständlich in anderem Sinne, so dafs die konvexe Seite nach oben und nach Norden gekehrt war.

Diese Gebilde waren jedoch höchst zarter Natur, feine Schleier, bei denen von Herausfallen von Niederschlag keine Rede sein konnte.

Auch die sogenannten Schäfchenwolken, welche sich beim ersten Entstehen meist als Bänder von gleicher Breite darstellen, bis eine ebenfalls in gleichen Abständen erfolgende Querfurchung dieselben in einzelne Wölkchen von Rautenform auflöst, verdanken, wie man seit kurzem weifs, der Mischung ihre Entstehung.

Herr v. Helmholtz hat nämlich in neuester Zeit nachgewiesen, dafs in Fällen, wo Luftströme mit breiter horizontaler Berührungsfläche verschiedene Geschwindigkeiten besitzen, Wellenbewegungen entstehen müssen.

Stehen nun diese Ströme der Sättigung nahe, und besitzen sie, wie im allgemeinen wohl der Fall sein dürfte, verschiedene Temperaturen, so ist gleichzeitig die Bedingung für den Eintritt von Kondensation gegeben und dann müssen diese Wellen als bandartige Wolkenstreifen sichtbar werden und man mufs Gebilde erblicken, die Herr v. Helmholtz treffend mit den Schaumkämmen der Meereswogen vergleicht.

Doch werden auch hierbei die kondensirten Wassermengen nur geringe sein, und kaum zu nennenswerthen Niederschlägen Veranlassung geben können.

Es wird dies um so weniger der Fall sein, als sich diese Wolken meist nur in sehr hohen Schichten der Atmosphäre bewegen, die aufserordentlich wasserarm sind und dem entsprechend auch nicht viel Wasser ausscheiden können.

Während demnach die Erklärung der Niederschlagsbildung durch Mischung bei genauerer Ueberlegung auf grofse Schwierigkeiten stöfst, so verhält es sich ganz anders mit der neuen, aus der mechanischen Wärmetheorie geschöpften.

Diese moderne Theorie der Niederschlagsbildung verdankt ihre Begründung der Untersuchung eines ganz speziellen Phänomens, das vor zwei Dezennien lange Zeit zu heftigem wissenschaftlichem Streit Veranlassung gab, nämlich des Föhns der Alpen.

Unter dem Föhn versteht man jenen heifsen trockenen Wind,

der besonders im Frühjahr und Herbst von dem Hauptkamme der Alpen in die nördlichen Thäler derselben herabstürzt und sich, durch lokale Verhältnisse begünstigt, in einzelnen zu unglaublicher Stärke entwickelt.

Die Eigenthümlichkeiten desselben sind heutzutage, wo das Reisen so leicht ist, wohl ziemlich allgemein bekannt:

Leichte Wolkenschleier am südlichen Himmel, die sich später zu einer förmlichen Mauer verdichten können, verbunden mit ganz ungewöhnlicher Durchsichtigkeit der Luft, kündigen das Herannahen des Föhns an, der zuerst mit einzelnen Stöfsen beginnend, rasch an Temperatur und Stärke zunimmt, und sich an einzelnen Orten nicht selten zum Orkane steigert.

Dabei wird Hitze und Trockenheit beinahe unerträglich, empfindliche Personen werden von Kopfweh, Schwindel und Uebelkeiten befallen, das Holzwerk trocknet aus und mehr als ein Alpenstädtchen ist unter seinem Gluthhauch ein Raub der Flammen geworden.

Im Frühjahre schmilzt der Schnee unter seinem Einflufs, als ob ihn ein Zauber hinwegnähme, Lawinen und Sturzbäche brausen herab und nach wenigen Stunden ist das Bild der Landschaft vollkommen verändert.

Auch noch im Alpenvorland macht er sich durch steigende Temperatur und Trockenheit geltend, und in den Angaben der meteorologischen Stationen läfst er sich in leisen Nachklängen noch bis gegen die Donau hin verfolgen.

Wegen seiner hohen Temperatur und aufserordentlichen Trockenheit glaubte man früher die Heimath des Föhns in der Sahara suchen zu müssen, obwohl er, wie Hr. Hann richtig einwendete, gerade im Sommer, wo die Sahara am heifsesten ist, nur ausnahmsweise beobachtet wird.

Später erblickte man in ihm nichts anderes als eine Abzweigung des sogenannten Aequatorialstromes oder oberen Passats, dem man früher auch noch in unseren Breiten eine Rolle zuwies, die seine wahre Bedeutung weit übertrifft und suchte man seinen Ursprungsort dementsprechend in Westindien.

Die synoptische Methode mufste die Unrichtigkeit der einen wie der anderen Erklärungsweise rasch darthun.

Indem man genauer untersuchte, wie sich während eines Föhnsturms Luftdruck, Feuchtigkeit u. s. w. im Süden und Norden der Alpen verhielten, gelangte man zu der Erkenntnifs, dafs er immer dann eintritt, wenn im Süden hoher Druck herrscht, im Norden niedriger, d. h.

wenn ein tiefes barometrisches Minimum über Kanal oder Nordsee bei gleichzeitig hohem Barometerstande im Süden oder Südosten des Erdtheils gewaltsam Luft über den Alpenwall herübersaugt.

Zugleich aber entdeckte man bei dieser Art der Untersuchung auch, dafs hohe Temperatur und Trockenheit durchaus keine Eigenschaften sind, die der Föhnwind von Hause aus besitzt, sondern dafs er sie erst beim Hinabstürzen in die Tiefe annimmt.

Der Wind, der heifs und trocken an der Sohle des nördlich gelegenen Thales ankommt, ist am oberen Theile des Südabhanges und auf dem Kamme selbst noch feucht und kalt und giebt Anlafs zu gewaltigen Regen- und Schneefällen.

Worin liegt nun der Grund dieses merkwürdigen Wechsels in den charakteristischsten Eigenschaften?

Die Antwort darauf gaben beinahe gleichzeitig ganz unabhängig von einander Hr. von Helmholtz und Hr. Hann. Ersterer nur andeutungsweise in einem populären Aufsatz, letzterer unter strenger Begründung in einer Reihe von Abhandlungen. Im Folgenden soll nun diese Erklärung an der Hand einer schematischen Zeichnung in ihren Hauptzügen wiedergegeben werden.

Vor allem aber ist es nöthig, an ein paar Sätze der Wärmelehre zu erinnern, die für die weiteren Darlegungen als Grundlage dienen sollen:

Hat man in einem Gefäfs Luft oder andere Gase komprimirt und öffnet man dasselbe plötzlich, so dafs das Gas sich ausdehnen kann, so tritt Abkühlung ein. Indem das Gas austritt und sich ausdehnt, schiebt es die umgebende Luft vor sich her, es überwindet den Druck durch einen gewissen Weg, es leistet Arbeit, gerade so wie der Dampf im Cylinder der Dampfmaschine, wenn er den Kolben vor sich herschiebt. Diese Arbeitsleistung geschieht auf Kosten der in dem Gase enthaltenen Wärme, es kühlt sich ab. Ist dem Gase Wasserdampf beigemischt, und war es hinreichend komprimirt, um bei der Ausdehnung und Abkühlung den Sättigungspunkt zu erreichen, so tritt Kondensation ein, es bilden sich Nebel.

Hievon kann man sich durch einen einfachen Versuch überzeugen, den Jedermann zu wiederholen im stande ist. Man braucht nur eine Sodawasserflasche zu öffnen, so sieht man, wie sich im Augenblicke des Oeffnens der Hals der Flasche mit Nebel füllt, der noch wie zarter Rauch aus der Oeffnung hervortritt.

Will man den Versuch recht auffallend haben, so kühlt man die Flasche in Eis recht stark ab, öffnet sie sehr rasch und giefst

etwa ein Drittel des Inhalts aus, um sie sofort wieder fest zu verschliefsen. Hierauf lässt man sie einige Zeit einfach im Zimmer stehen. Alsdann nimmt die aus dem Wasser austretende Kohlensäure in dem wasserfreien Theile der Flasche wegen der höheren Temperatur eine erhebliche Spannung an, so dafs jetzt nach abermaligem Oeffnen der Flasche eine bedeutende Temperaturerniedrigung eintritt, die starke Nebelbildung zur Folge hat.

Wird umgekehrt Luft stark zusammengeprefst, so wird die zur Kompression aufgewendete Arbeit in Wärme verwandelt, die Luft erwärmt sich.

Vor der Erfindung der Zündhölzer gab es einen auf diesem Prinzipe beruhenden Apparat, der den Namen des pneumatischen Feuerzeugs führte. Ein Metallröhrchen war oben durch einen dicht gehenden Kolben verschlossen, der durch einen Schlag auf einen mit dem Kolben verbundenen runden Knopf rasch in das unten fest abgeschlossene Röhrchen hineingetrieben werden konnte, so dafs die Luft stark komprimirt wurde. Hierbei erwärmte sie sich so stark, dafs ein an der Innenseite des Kolbens angebrachtes Stückchen Feuerschwamm ins Glimmen kam.

Ganz ähnlich wie bei diesen Versuchen über Ausdehnung und Kompression der Luft ist nun der Vorgang beim Föhn.

Je mehr man sich in die Atmosphäre erhebt, um so geringer wird der Druck der Luft, um so tiefer sinkt das Barometer. Je geringer aber der Druck, um so gröfser der Raum, den eine bestimmte Masse Luft einnimmt.

Wenn demnach die Luft infolge einer gröfseren Störung des atmosphärischen Gleichgewichts gezwungen wird, auf der einen Seite eines Gebirges in die Höhe zu steigen, so mufs sie sich unter Ueberwindung des auf ihr lastenden Druckes ausdehnen und somit abkühlen.

Die Rechnung zeigt nun, dafs diese Abkühlung, so lange die Luft den Sättigungspunkt noch nicht überschritten hat, für 100 Meter Steigung beinahe genau 1^0 Celsius beträgt.

Anders, wenn der Kondensationspunkt überschritten ist. Sowie dies der Fall ist, mufs, um die Temperatur um einen bestimmten Betrag herabzudrücken, eine gröfsere Wärmemenge entzogen werden als bei trockener Luft, oder bei solcher, die das Wasser noch in der Form ungesättigten Dampfes d. h. als wahres Wassergas enthält.

Wenn man in dem Schlangenrohre eines Destillationsapparates Dampf verdichten will, so mufs man das Rohr beständig durch Wasser abkühlen, welches sich seinerseits erwärmt und um so rascher ge-

wechselt werden mufs, je mehr Dampf kondensirt werden soll. Lässt man trockene Luft durch das Rohr streichen, so hat man viel weniger Kühlwasser nöthig.

In dem Falle aufsteigender Luft hat man es nicht mit Wärmeentziehung im gewöhnlichen Sinne des Wortes zu thun, sondern hier

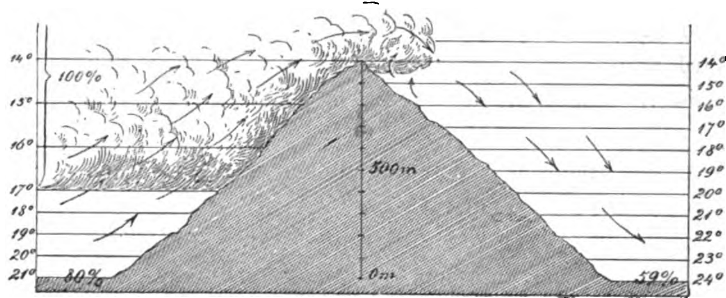


Fig. 2.

ist es nur die bei der Ausdehnung zu leistende Arbeit, welche durch Wärme gedeckt werden mufs, und somit eine Abkühlung zur Folge hat.

Da nun, wie man durch Rechnung nachweisen kann, diese Arbeit bei der Erhebung um das gleiche Stück immer die gleiche bleibt, mag die Luft gesättigt sein oder nicht, so ist es klar, dafs im Stadium der Kondensation die Temperaturabnahme bei gleicher Erhebung eine geringere sein mufs als bei trockener Luft, da sie eben zum Theile in der Kondensationswärme ihre Deckung findet.

Eine genauere Untersuchung zeigt, dafs nach Ueberschreiten des Sättigungspunktes die Temperaturabnahme bei dem Emporsteigen durch eine bestimmte Höhe etwa halbsoviel beträgt, als bei trockener Luft, wobei jedoch dieser Bruchtheil je nach Druck und Temperatur innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt.

Dies vorausgeschickt, läfst sich nun der Vorgang beim Föhn leicht übersehen.

Fig. 2 zeigt im Schema den Durchschnitt des Gebirges, welches im Sinne der Pfeile von der Luft überschritten wird.

Ueberdies soll die Seite, von welcher die Luft kommt, die südliche, jene, nach welcher sie zieht, die nördliche sein, wie durch die Buchstaben S und N angedeutet ist.

Wird nun der Luft während des Ueberschreitens des Kammes nicht noch anderweitig Wärme zugeführt oder entzogen, so kommt nur die Abkühlung durch Ausdehnung und die Erwärmung durch Kompression in Betracht, und man hat demnach auf der Südseite zunächst eine Abnahme um 1° für 100 Meter Erhebung zu erwarten.

Hatte demnach die Luft am Fufse des Gebirges, das wir uns hier der Einfachheit wegen vom Meeresspiegel an aufsteigend denken, eine Temperatur von 21°, so wird sie in Höhen von 100, 200, 300 und 400 Meter der Reihe nach Temperaturen von 20, 19, 18 und 17 Graden zeigen, gerade so wie dies in der Figur den betreffenden Horizontallinien beigeschrieben ist.

Gesetzt nun, die Luft hätte am Südfufs im Kilogramm 12,2 Gramm Wasserdampf mit sich geführt, so würde sie in der Höhe von 400 Metern bei 17° gesättigt sein, d. h. es würde jede weitere Abkühlung, also auch jedes weitere Aufsteigen ein Ausscheiden von Wasser nach sich ziehen.

Bei der Anfangstemperatur und dem Anfangsdrucke hätte sie 15 Gramm enthalten können, während sie in Wahrheit nur 81 % dieser Menge bei sich führte oder, wie man zu sagen pflegt, 81 % relativer Feuchtigkeit besafs.*)

In 400 Meter Höhe hingegen ist sie an der Grenze der Sättigung angekommen und nun beginnt die Wolkenbildung, und bei weiterem Emporsteigen die Ausscheidung von Wasser in Gestalt von Regen.

Gleichzeitig aber ist die Temperaturabnahme mit der Höhe vermindert und nun bedarf es beinahe 200 Meter Steigung um eine Erniedrigung um 1° zu erzielen. Die von Grad zu Grad in Gedanken durch die Atmosphäre gelegten und hier im Durchschnitt als Linien gezeichneten Flächen gleicher Temperatur stehen demnach innerhalb der Wolke weiter von einander ab als unterhalb, so zwar, dafs erst bei 1000 Meter Höhe die Temperatur auf 14° gesunken ist, während bei wasserdampf-ärmerer Luft die gleiche Temperatur vom nämlichen Anfangszustande aus bereits bei 700 Meter erreicht worden wäre.

Bei der Temperatur und bei dem Drucke, der nach den Annahmen des gewählten Beispieles in 1000 Meter d. h. auf der Kammhöhe herrscht, kann die Luft nur noch 10,8 Gramm Wasserdampf im Kilo enthalten, es müssen demnach 1,4 Gramm beim Emporsteigen herausgefallen sein.

Sinkt nun die Luft auf der anderen Seite herab, so erwärmt sie sich sofort durch Kompression, sie könnte demnach auch mehr Wasser in sich aufnehmen als die 10,8 Gramm im Kilo, welche sie mitgebracht hat, d. h. sie hört auf gesättigt zu sein.

Man hat mithin nach Ueberschreiten des Kammes wieder ungesättigte Luft vor sich, die sich beim Herabsinken durch eine bestimmte

*) In der Figur ist die runde Zahl 80 % angegeben.

Höhe genau um denselben Betrag erwärmt, um welchen sich solche Luft beim Emporsteigen abkühlt, d. h. um 1° auf 100 Meter.

Die von Grad zu Grad durch die Luft gelegten Flächen gleicher Temperatur sind demnach auf der im Windschatten gelegenen Seite — hier auf der Nordseite — von oben bis unten nur um 100 Meter von einander entfernt, so dafs die Temperatur am Fufse des Gebirges auf dieser Seite höher ist als auf der anderen.

Im Falle des vorliegenden Beispiels beträgt dieser Unterschied, wie man auf den ersten Blick sieht, 3 Grade, da sie mit 24° in dem Niveau ankommt, von welchem sie auf der anderen Seite mit 21° ausgegangen ist.

Bei 24° könnte sie nun am Meeresspiegel 18,2 Gramm Wasser im Kilo enthalten, während sie nur 10,8 Gramm enthält, d. i. weniger als vorher bei 21°. Ihre relative Feuchtigkeit beträgt demnach nur noch 59 % statt 81 %, sie ist demnach nach Ueberschreiten des Gebirges nicht nur wärmer, sondern auch absolut und noch vielmehr relativ trockener als vorher.

Bei dem eben durchgeführten Beispiele wurden die Zahlen so gewählt, dafs sie in der Figur leicht zur Darstellung gebracht werden konnten, ohne dieselbe mit Linien zu überhäufen.

In Wahrheit spielt sich der Vorgang in den Alpen in weit gröfseren Verhältnissen ab, und dann treten auch die verschiedenen charakteristischen Eigenschaften des Föhns viel schlagender hervor.

Wäre z. B. die Kammhöhe des Gebirges 2500 Meter, die Temperatur am Südfufs desselben wieder, wie oben angenommen, 21° bei einer relativen Feuchtigkeit von 81 %, dann würde die Luft nach Ueberschreiten des Gebirges in der Tiefe mit 32° und nur 27 % relativer Feuchtigkeit ankommen, während sie auf dem Kamme selbst eine Temperatur von kaum 6° zeigen müfste, dabei hätte jedes Kilogramm aufsteigende Luft 4,5 Gramm Wasser ausgeschieden. Qualitativ liegen jedoch die Verhältnisse in beiden Fällen ganz ähnlich: Der Luftstrom, der warm und dampfreich auf der Windseite des Gebirges in die Höhe steigt, kühlt sich während des Emporsteigens ab und scheidet zugleich einen Theil seines Wassers als Regen oder Schnee ab, so dafs er kalt und gesättigt den Kamm überschreitet. Beim Hinabsteigen erwärmt er sich wieder und zwar rascher, als er sich vorher abgekühlt, und kommt deshalb warm und trocken unten an.

Der Raum, in welchem die Wasserausscheidung erfolgt, d. h. der von Wolken erfüllte, wurde in der Zeichnung durch geeignete Schraffirung angedeutet.

Streng genommen müfste er in einer auf dem Kamme senkrecht stehenden Ebene seinen Abschlufs finden. Thatsächlich sieht man auch in einem gewissen Stadium des Föhns die Wolken mauerartig über dem Kamme sich aufbauen.

Häufig aber greifen sie etwas über, wie dies auch in der Figur versinnlicht ist, und dürfte der Grund dieser Erscheinung, wie Herr Dr. Vettin gelegentlich bemerkte, darin zu suchen sein, dafs beim Hinwegblasen über das Gebirge auch auf der dem Winde abgewendeten Seite, der sogenannten Leeseite, durch Saugwirkung ein schwacher, sekundärer, aufsteigender Strom hervorgerufen wird, der seinerseits wieder zur Wolkenbildung Veranlassung giebt.

Ueberhaupt zeigen sich in Wirklichkeit mancherlei Abweichungen von dem hier entwickelten Schema, Abweichungen, die zum Theile noch kaum beachtet wurden, deren genauere Untersuchung aber jedenfalls nicht hierher gehört.

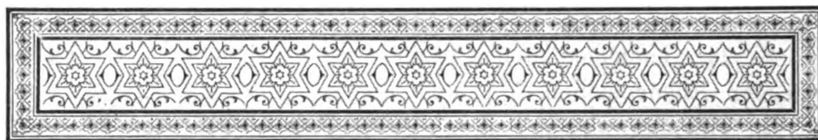
Hier handelte es sich zunächst nur darum, zu zeigen, dafs beim Aufsteigen der Luft Abkühlung und Niederschlagsbildung erfolgen mufs, während im absteigenden Strome Trockenheit herrscht und dementsprechend auch keine Wolken vorhanden sein können.

Dabei sind die Wassermengen, welche auf diese Weise ausgeschieden werden können, sehr beträchtliche.

Hätte man z. B. im Meeresniveau 1 Kubikmeter gesättigte Luft von 20°, welches wie schon oben bemerkt 17,2 Gramm Wasserdampf enthält, so würde sich dieser beim Emporsteigen auf 4000 Meter um 21,5°, d. h. auf —1,5° abkühlen und dabei nahezu 10 Gramm Wasser ausscheiden, mithin etwa $^3/_5$ des ursprünglich vorhandenen Wassers und beinahe 10-mal soviel, als nach dem oben durchgeführten Beispiele bei der Mischung der gleichen Luftmenge mit einem Kubikmeter gesättigter Luft von 0° zur Ausscheidung käme.

(Schlufs folgt.)





Die physische Beschaffenheit der Sonne.

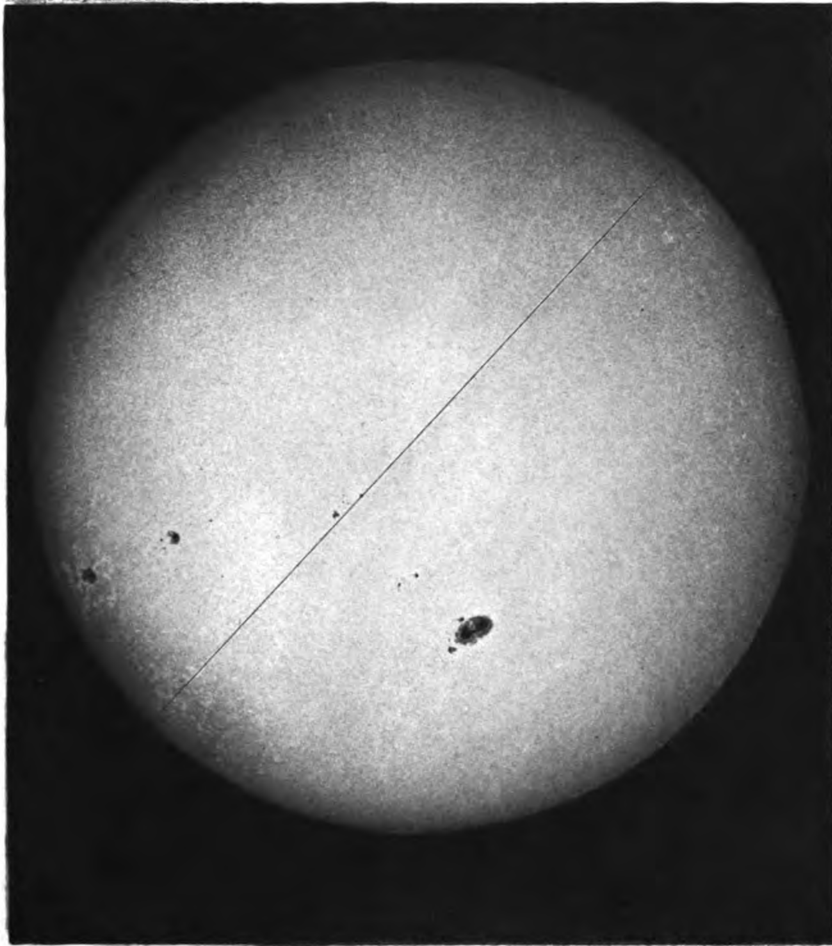
Von Dr. **P. Kempf,**

Astronom am astrophys. Observatorium bei Potsdam.

Trotz des grofsen Interesses, welches die Menschen von jeher der Sonne zuwendeten, dem glänzenden Gestirn des Tages, der Spenderin von Licht und Wärme, welche auf alle Verhältnisse der Erde einen so hervorragenden Einflufs ausübt, gelang es doch erst spät, Anschauungen von einigem wissenschaftlichen Werthe über die Beschaffenheit derselben zu gewinnen. Die Alten begnügten sich, in ihr ein ewiges reines Feuer zu sehen, welches sie mit mehr oder weniger phantastischen Eigenthümlichkeiten ausstatteten. Erst die Construction des Fernrohrs und die damit zusammenhängende Entdeckung der Sonnenflecken ermöglichte das Aufstellen angemessenerer Theorien. Wie sehr dieselben den philosophischen Anschauungen der damaligen Zeit, welche noch ganz von denen der Griechen beherrscht wurden, widersprachen, lehrt in ergötzlicher Weise die Antwort, welche der Jesuitenpater Scheiner von seinem geistlichen Vorgesetzten erhielt, als er diesem Mittheilung von der Entdeckung der Sonnenflecken machte und um die Erlaubnifs zur Veröffentlichung derselben bat. Der Provinzial antwortete ihm: „Ich habe die Schriften des Aristoteles mehrere Male von Anfang bis zu Ende durchstudirt, und kann versichern, dafs ich darin nichts von dem gefunden habe, was Du erzählst. Geh' hin, mein Sohn, und beruhige Dich. Sei versichert, dafs das, was Du für Flecken auf der Sonne hieltest, Fehler Deiner Gläser oder Deiner Augen sind."

Aber auch nach der Entdeckung der Sonnenflecken blieben die aus den Beobachtungen gewonnenen Kenntnisse noch immer unzureichend, um den Aufbau einer annehmbaren Theorie zu ermöglichen. Erst als vor wenigen Jahrzehnten die Spektralanalyse der Forschung neue Hülfsmittel darbot und binnen kürzester Frist eine ungeahnte Fülle der überraschendsten Resultate zu Tage förderte, trat die Frage nach der Beschaffenheit der Sonne in ein neues, günstigeres Stadium.

Beilage zu „Himmel und Erde“



Photogravure u. Druck H. Riffarth Berlin.

Sonnenphotographie

Aufgenommen am 13. Sept. 1883
auf dem Astrophysikalischen Observatorium
zu Potsdam von Dr. O. Lohse.

Dem unbewaffneten Auge bietet die Sonne den Anblick einer gleichmäfsig hellen Fläche; anders aber, wenn man ein Fernrohr, unter Anwendung geeigneter Schutzvorrichtungen gegen die Intensität des Sonnenlichtes, zu Hülfe nimmt. Man erkennt alsdann, dafs die leuchtende Hülle der Sonne, welche zunächst allein der Beobachtung zugänglich ist, und welche ihres Glanzes wegen den Namen „Photosphäre" erhalten hat, ein eigenthümlich flockiges, marmorirtes Aussehen hat. Diese Granulation, wie sie gewöhnlich genannt wird, macht den Eindruck, als ob eine unendlich grofse Anzahl sehr heller Körnchen von unregelmäfsiger Gestalt in einem dunkleren Medium schwämmen. Ueber die Form und Gröfse dieser Körnchen weichen die Angaben der einzelnen Beobachter sehr von einander ab. Nasmyth z. B. vergleicht ihre Gestalt mit Weidenblättern und schätzt die Länge derselben bis auf tausend Meilen, während sie nach Langley mehr rundlich sind und einen Durchmesser von 50—100 Meilen besitzen; sie erscheinen ihm wie Schneeflocken, die auf einem grauweifsen Tuch zerstreut sind. Diese widersprechenden Ansichten werden nicht auffallen, wenn man bedenkt, wie sehr dem beobachtenden Auge das Erkennen von Details auf der Sonne durch die Intensität und Wärme des Sonnenlichtes erschwert wird. Zuverlässigeren Aufschlufs über diesen Punkt haben uns die photographischen Aufnahmen der Sonne während des letzten Jahrzehnts geliefert, unter denen die Arbeiten von Janssen in Meudon obenan stehen. Aus ihnen geht hervor, dafs die Elemente, aus denen sich die Granulation zusammensetzt, in der Hauptsache kreisförmig sind, und zwar um so ausgesprochener, je kleinere Dimensionen sie besitzen. An den Punkten, wo diese Elemente unregelmäfsig geformt sind, scheinen sie aus mehreren kleineren zusammengesetzt zu sein, welche ihrerseits sich der Kreisform nähern, oder man erkennt, dafs stürmische Bewegungen ihre ursprüngliche Gestalt verändert haben. Die Janssenschen Photographien zeigten aber noch eine andere Erscheinung, darin bestehend, dafs einzelne Theile des Sonnenbildes vollkommen scharf, unmittelbar benachbarte Partieen dagegen undeutlich und ganz verschwommen waren. Durch mehrfach hintereinander ausgeführte Aufnahmen konnte dargethan werden, dafs diese Erscheinung, welche Janssen das photosphärische Netz nannte, nicht etwa von zufälligen Luftströmungen, sei es im Fernrohr, sei es in der irdischen Atmosphäre, herrührt, sondern dafs sie auf der Sonne selbst ihren Sitz hat. Nach Janssens Ansicht bieten sich in den verschwommenen Theilen solche Gegenden der Sonne dem Auge dar, über welchen die Atmosphäre in heftiger Bewegung begriffen ist, während die Stellen,

an denen die Granulation deutlich hervortritt, von verhältnifsmäfsig ruhiger Atmosphäre bedeckt sind. Die Photographien lassen noch erkennen, wie schnell die Regionen der Stürme ihre Lage wechseln, so dafs das photosphärische Netz fortwährenden Veränderungen unterworfen ist.

Auf dem soeben geschilderten, die ganze Sonnenscheibe gleichmäfsig bedeckenden Grunde fallen nun dem Beschauer zwei Erscheinungen ins Auge, die Flecken und die Fackeln. Die ersteren, meist sehr unregelmäfsig geformte, scharf begrenzte Gebilde, bestehen der Regel nach aus einem relativ sehr dunklen Kern und einem etwas helleren, den Kern einfassenden Hof, auch Penumbra oder Halbschatten genannt. Die Fackeln dagegen, welche ausschliefslich in der Nähe der Ränder der Sonnenscheibe beobachtet werden, sind beträchtlich heller als die Photosphäre, und heben sich wie leuchtende Adern von dieser ab. Die diesem Hefte beigegebene Tafel, die Reproduktion einer am astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam von Lohse am 13. September 1883 ausgeführten photographischen Aufnahme, möge dazu dienen, eine Vorstellung von den beschriebenen Erscheinungen zu geben.

Die Flecken treten ausschliefslich in den Gegenden zwischen $\pm 40^0$ Breite auf, die Fackeln dagegen findet man in allen Breiten, wenn auch nach den Polen hin weniger häufig; besonders zahlreich erscheinen sie in der Nähe von Flecken. Die Anzahl der auf der Sonnenscheibe zu gleicher Zeit sichtbaren Flecken ist eine sehr wechselnde; sie nimmt periodisch ab und zu, und zwar ist aus den viele Jahre hindurch mit grofser Ausdauer fortgeführten Beobachtungen die Länge dieser Periode zu ungefähr elf Jahren gefunden worden. Durch die Bewegung der Flecken auf der Sonnenscheibe ist es ferner möglich gewesen, die Rotation der Sonne um ihre Axe nachzuweisen und zu bestimmen. Auf die zahllosen Details, welche die, besonders in den letzten Jahrzehnten, an vielen Orten angestellten Beobachtungen über die interessanten Gebilde der Flecken ergeben haben, kann hier des Raumes wegen nicht näher eingegangen werden.

Die Vermuthungen, welche die Entdecker und ersten Beobachter der Sonnenflecken über die Beschaffenheit der Sonne aussprachen, entbehrten naturgemäfs noch einer strengeren wissenschaftlichen Begründung. Galilei umgab die Sonne mit einem feinen elastischen Fluidum, in welchem die Flecken als Wolken, den irdischen vergleichbar, schwimmen. Scheiner spricht von einem Feuerozeane, der durch seine Stürme, Klippen und Brandungen die verschiedenen Erschei-

nungen zu Wege bringt. Aehnlich, aber etwas bestimmter, äufsert sich der bekannte Astronom Cassini. Nach ihm ist die Sonnenscheibe, die wir sehen, „ein Lichtozean, welcher den festen und dunklen Kern der Sonne umgiebt; gewaltsame Bewegungen, die in der Lufthülle vorgehen, lassen uns von Zeit zu Zeit die Berggipfel jenes lichtlosen Sonnenkörpers sehen, das sind die schwarzen Kerne der Sonnenflecke". Die Vorstellung eines dunklen Sonnenkörpers schien eine wesentliche Bestätigung zu empfangen durch eine sehr wichtige Entdeckung, welche der schottische Astronom Wilson im Jahre 1769 machte. Derselbe beobachtete nämlich, dafs bei einem am Ostrande der Sonne auftauchenden Fleck der Hof nur auf der dem Rande zugekehrten Seite des Flecks sichtbar war, während die andere Seite desselben und der Kernfleck selbst verdeckt blieb. Erst mit dem Vorrücken des Flecks nach der Sonnenmitte trat auch der Kern und die innere Seite der Penumbra hervor, und beim Verschwinden am Westrande blieb zuletzt wieder nur die dem Rande zugelegene Seite des Hofs sichtbar. Diese Erscheinung fand eine einfache Erklärung, wenn man annahm, dafs der Fleck eine Vertiefung in der Sonnenatmosphäre sei, deren Boden den Kern und deren Wände den Halbschatten bilden. Vornehmlich auf dieses Phänomen begründete Wilson eine Theorie der Sonne, welche, von Herschel noch weiter ausgeführt, fast bis in die Mitte dieses Jahrhunderts die Anschauungen über die Beschaffenheit der Sonne beherrschte. Herschel dachte sich das Innere der Sonne durch einen dunklen Kern gebildet, der von zwei wolkenartigen Hüllen umgeben ist. Die äufsere derselben, die dem Beobachter zunächst ausschliefslich sichtbare Photosphäre, ist glühend und strahlt eine ungeheure Hitze aus; die innere dagegen besitzt weder Licht noch Wärme und schützt die Oberfläche des Sonnenkerns vor der Hitze der Photosphäre. Auf letzteren Umstand legte Herschel noch besonderes Gewicht, da er, seinen philosophischen Anschauungen entsprechend, die Sonne als bewohnbar voraussetzte. Die Flecken entstehen nun nach dieser Theorie, indem sich eine Oeffnung in den Wolkenhüllen bildet, durch welche wir den dunklen Sonnenkern erblicken. Durch die Annahme, dafs der Rifs in der unteren Schicht kleiner als in der oberen ist, wird auch die Bildung des Hofes erklärt, da diese Schicht zwar kein eigenes Licht besitzt, wohl aber durch das nach innen strahlende Licht der Photosphäre wenigstens theilweise erleuchtet wird.

Die Annahme eines dunklen, kühlen Sonnenkörpers ist nun aber nach den Anschauungen der modernen Physik nicht haltbar. Die ungeheure Hitze, welche die Photosphäre ausstrahlt, müfste ebenso wie

nach aufsen auch nach innen wirken, und die untere Wolkenhülle sehr bald, und zwar um so schneller, je undurchsichtiger dieselbe angenommen wird, ebenfalls zur Glühhitze bringen. Diese Atmosphäre müfste dann in gleicher Weise auf den Kern wirken, und auch dieser müfste daher, selbst wenn er ursprünglich wirklich kalt gewesen wäre, im Laufe der Jahrtausende die Temperatur der Glühhitze erlangt haben. Und zwar müfste er auch wirklich glühen, da alle Körper, wie Draper experimentell, und Kirchhoff theoretisch nachgewiesen haben, bei nahe derselben Temperatur zu glühen beginnen. Trotz dieser Thatsachen blieb aber die Hypothese von dem dunklen Sonnenkörper die herrschende, bis ihr die Spektralanalyse endgültig den Todesstofs versetzte.

Die Gesetze, welche die Spektralanalyse aufgestellt hat, gipfeln bekanntlich in den drei Sätzen:

1. Feste oder flüssige glühende Körper geben ein kontinuirliches Spektrum.

2. Glühende Gase liefern Spektra, welche nur aus hellen Linien bestehen, und zwar zeigt jeder Stoff ganz bestimmte Linien, an welchen er jederzeit erkannt werden kann. Befinden sich die Gase jedoch unter sehr hohem Drucke, so geben sie ebenfalls ein kontinuirliches Spektrum.

3. Wenn Licht, welches ein kontinuirliches Spektrum giebt, durch ein Gas hindurchgeht, so absorbirt dieses Gas alle diejenigen Strahlen, aus denen sein eigenes Spektrum besteht. Es entsteht so ein Spektrum, welches von dunklen Linien durchzogen ist, die nach ihrer Stellung genau den hellen Linien des Gasspektrums entsprechen.

Betrachtet man nun das Spektrum der Sonne, so erblickt man das Farbenband des kontinuirlichen Spektrums, durchzogen von unzähligen dunklen Linien. Dies führt nach den obigen Sätzen mit zwingender Nothwendigkeit zu der Annahme, dafs die Sonne aus einem in höchster Glühhitze befindlichen Kern besteht, welcher für sich allein ein kontinuirliches Spektrum geben würde, und welcher von einer Atmosphäre umgeben ist, ebenfalls von so hoher Temperatur, dafs sich in ihr alle Stoffe, deren Linien im Sonnenspektrum sichtbar sind, in glühend gasförmigem Zustande vorfinden. Vergleichungen mit den Spektren bekannter Stoffe bewiesen das Vorhandensein vieler irdischer Elemente in der Sonnenatmosphäre, darunter vornehmlich Wasserstoff, Natrium, Eisen, Calcium, Magnesium, Nickel, Barium, Kupfer, Mangan u.A.

Kirchhoff nahm den Kern der Sonne als fest oder tropfbar flüssig an, während spätere Forscher ihn für gasförmig erklärten.

Wäre der Kern fest, so müfste infolge der intensiven Ausstrahlung, welche alsdann ausschliefslich auf Kosten einer verhältnifsmäfsig dünnen Oberflächenschicht vor sich ginge, die letztere sich sehr schnell abkühlen und mit einer kälteren Rinde überziehen. Beweglich mufs man daher die Sonnenmasse jedenfalls voraussetzen, damit durch Strömungen aus dem Innern Wärmezufuhr an die Oberfläche stattfinden und so der Wärmeverbrauch über die ganze Masse der Sonne vertheilt werden kann. Schwieriger dagegen ist die Entscheidung der Frage, ob die Sonne flüssig oder gasförmig zu denken ist. Die letztere Annahme stützt sich vornehmlich auf die ungeheure Temperatur und die geringe mittlere Dichtigkeit der Sonne. Wenn die Hitze schon an der Oberfläche der Sonne, wo sie durch fortwährende Ausstrahlung in den Weltenraum Verminderung erleidet, hoch genug ist, um alle Metalle in Dampf zu verwandeln, so kann sie weiter nach dem Innern unmöglich soweit abnehmen, um das Flüssigwerden der Stoffe zu gestatten. Und wenn ferner wirklich ein grofser Theil der Sonne aus flüssigem Eisen, Magnesium, Kupfer etc. bestände, so müsste die mittlere Dichtigkeit derselben sehr erheblich sein, während sie in Wirklichkeit nur wenig gröfser als die des Wassers und nur der vierte Theil der mittleren Erddichte ist. Man hat dem entgegnet, dafs im Inneren des Sonnenkörpers der Druck so grofs sei, dafs bereits in geringer Entfernung von der Oberfläche jedes Gas verdichtet werden müsse. In der That mufs ein solcher enormer Druck angenommen werden; die ungeheure Temperatur aber, welche im Innern der Sonne sicherlich die der Atmosphäre noch um ein erhebliches übersteigen wird, mufs der durch den hohen Druck angestrebten Verdichtung der Gase energisch entgegenwirken, da bekanntlich für jedes Gas das Sinken der Temperatur unter einen bestimmten Punkt (die sogenannte kritische Temperatur) erforderlich ist, um den Uebergang in den flüssigen Zustand zu ermöglichen. Allerdings wird hierbei die Voraussetzung gemacht, dafs die Erfahrungen, welche wir im Laboratorium bei mefsbaren Temperaturen und Drucken gewonnen haben, auch für die auf der Sonne herrschenden, nach irdischem Mafsstabe nicht zu beurtheilenden Verhältnisse Gültigkeit besitzen. Es ist aber z. B. bekannt, dafs das Mariottesche Gesetz nicht bis zu beliebigen Grenzen Gültigkeit behält. Schon bei einem Drucke von 200 Atmosphären sind die Abweichungen von diesem Gesetz sehr merklich und wachsen mit steigendem Drucke immer stärker.

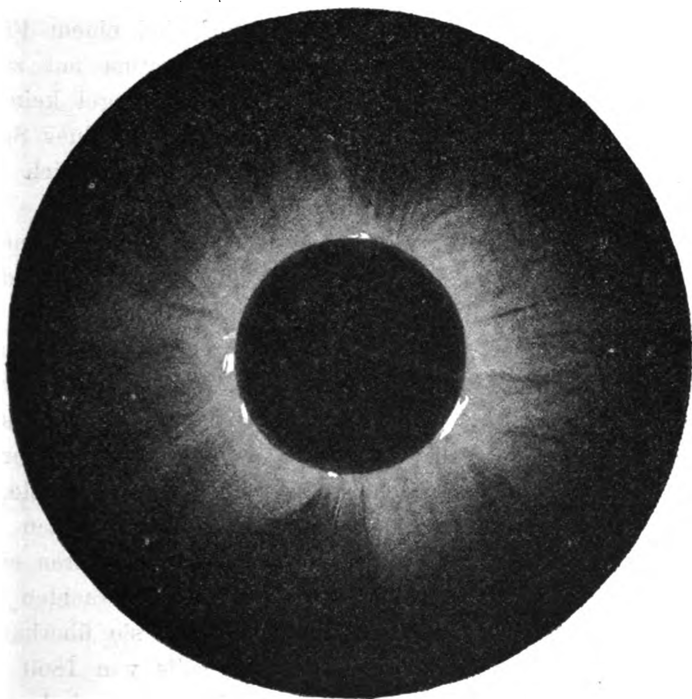
Welcher von beiden Hypothesen man übrigens auch den Vorrang einräumen will, ein wesentlicher Unterschied in der Beschaffen-

heit der Sonnenmasse wird kaum existiren. Auch die Vertreter der Gastheorie sind gezwungen, die Dichtigkeit der Gase so grofs anzunehmen, dafs sie nicht entfernt mehr den uns bekannten Gasen vergleichbar bleiben, vielmehr so zähflüssig sind, dafs sie der Bewegung ähnlich wie Pech oder Glaserkitt widerstehen.

Den Kern der Sonne umgiebt nun, wie bereits erwähnt, eine Atmosphäre, welcher die dunklen Linien ihre Entstehung verdanken, und die man deshalb die umkehrende Schicht genannt hat. Diese Schicht enthält die Dämpfe sämmtlicher Metalle, die wir durch das Spektroskop auf der Sonne nachweisen können, in glühendem Zustande; sie müfste daher, wenn es möglich wäre, ihr Licht von dem der Photosphäre zu trennen, ein aus hellen Linien gebildetes Spektrum liefern. Nun ist es in der That gelungen, diese Schicht für sich zu beobachten. Richtet man nämlich bei einer totalen Sonnenfinsternifs das Spektroskop auf diejenige Stelle, wo eben der letzte Strahl des Sonnenlichtes hinter dem vorrückenden Monde verschwindet, so blitzen in dem Augenblicke, wo die Sonne vollständig bedeckt wird, und also nur das Licht der untersten Theile ihrer Atmosphäre in das Spektroskop gelangt, durch die ganze Länge des Spektrums Tausende von hellen Linien auf. Nur zwei oder drei Sekunden währt diese prachtvolle Erscheinung, aber sie hat dem aufmerksamen Beobachter genug enthüllt und ihm die Bestätigung der Hypothese von einer umkehrenden Schicht geliefert.

Die Beobachtung der totalen Sonnenfinsternisse hat aber noch zu anderen, für die Sonnentheorie wichtigen Ergebnissen geführt, da uns bei dieser Gelegenheit Erscheinungen vor Augen treten, die zu jeder anderen Zeit unseren Blicken entzogen sind. In dem Momente nämlich, wo die Sonnenscheibe vollständig hinter dem Monde verschwindet, wird die Corona sichtbar, jene Strahlenkrone, welche mit mildem Lichte wie ein Heiligenschein, den tiefdunklen Mond umgiebt, und in welche vom Mondrande aus rosige Wolken und Flammen hineinragen, die Protuberanzen. Der Augenblick des Aufleuchtens dieser Erscheinung ist nach dem übereinstimmenden Zeugnifs aller Beobachter ein so überwältigend grofsartiges Schauspiel, dafs es sich dem Gedächtnisse unauslöschlich einprägt; und es ist aufs tiefste zu beklagen, dafs ein neidisches Geschick so Vielen am 19. August 1887 den Anblick dieses äufserst seltenen Phänomens vorenthalten hat. In unmittelbarer Nähe des Sonnenrandes ist die Corona von blendender Helligkeit; sie bildet hier einen nach aufsen ziemlich scharf abgegrenzten Ring von etwa 3′—4′ Höhe. Der äufsere Theil dagegen erstreckt sich bis in sehr grofse Entfernungen

und zeigt die unregelmäfsigsten, meistens aber strahlige Umrisse. (Siehe untenstehende Figur.) Die Gröfse, Helligkeit und Gestalt der Corona ist bei den einzelnen Finsternissen aufserordentlich verschieden beobachtet worden. Freilich spielt auch die persönliche Auffassung eine nicht unwesentliche Rolle dabei; man hat z. B. mehrfach gefunden, dafs zwei Beobachter an demselben Orte ganz verschiedene Zeichnungen von der Erscheinung entworfen haben.*) In dieser Beziehung ist es von Bedeutung, jetzt in der Photographie ein von diesen persönlichen



Sonnenfinsterniss vom 12. Dezember 1871.

Fehlern unabhängiges Hülfsmittel zu besitzen. Eine Zusammenstellung der während der Finsternisse der letzten Jahrzehnte erhaltenen Photographien läfst wenigstens einige allgemeinere Gesetze über das Aussehen der Corona ableiten. Fast stets findet sich in derselben ein mehr oder weniger ausgesprochener Spalt, welcher ungefähr, aber fast niemals genau der Rotationsaxe der Sonne entspricht. Meist ist diese Spalte an beiden Polen vorhanden und ist mit kürzeren vor-

*) Man sehe z. B. die Abbildungen der Sonnencurven vom 19. Aug. 1889, welche im ersten Jahrgange dieser Zeitschrift S. 120 u. 121 wiedergegeben sind.

wiegend radialstehenden Strahlen ausgefüllt. An den Seiten dieser Polarspalten, über den Zonen der gröfsten Sonnenfleckenthätigkeit, treten gewöhnlich gekrümmte Strahlen auf, durch welche vornehmlich das eigenthümlich kreuzförmige Aussehen der Corona hervorgerufen wird, welches so vielen Darstellungen charakteristisch ist. Ferner scheint ein Zusammenhang zwischen der Sonnenthätigkeit, wie sie sich in der Häufigkeit der Flecken ausspricht, und der Gestalt der Corona zu bestehen. Zur Zeit eines Sonnenfleckenminimums pflegen die Polarspalten viel weiter geöffnet zu sein, und es treten in der Aequatorgegend besonders langgestreckte Strahlen auf; bei einem Fleckenmaximum dagegen erscheint die Figur der Corona mit ziemlich symmetrischen Umrissen. Jedoch gilt auch diese Regel keineswegs ausnahmslos. Eine Bewegung oder Veränderung einzelner Strahlen, wie sie manche Beobachter bemerkt haben wollen, liefs sich an der Hand der Photographien nicht nachweisen.

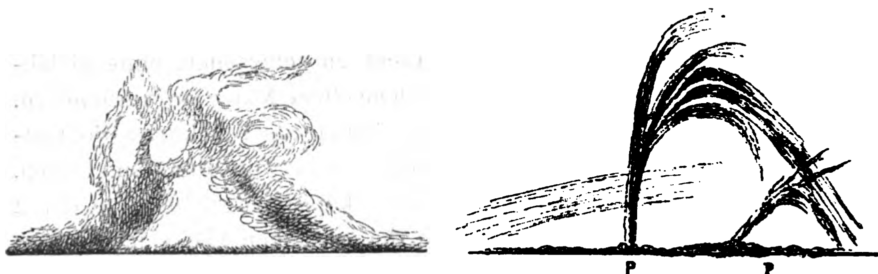
Bereits die Alten kannten die Corona und haben sie mehrfach beschrieben; dagegen besitzen wir auffallender Weise nicht die geringste Mittheilung, dafs sie die Protuberanzen ebenfalls bemerkt haben. Auch nach der Entdeckung des Fernrohrs verging noch geraume Zeit, ehe dieselben aufgefunden wurden. Erst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts werden sie erwähnt, aber auch nur beiläufig, so dafs diese Beobachtungen vollständig wieder in Vergessenheit geriethen, und die Protuberanzen eigentlich erst im Jahre 1842 bei Gelegenheit einer von vielen hervorragenden Astronomen beobachteten totalen Sonnenfinsternifs von neuem entdeckt wurden. Noch waren sie aber keineswegs als zur Sonne gehörig anerkannt; einige brachten sie mit dem Monde in Verbindung, noch andere hielten sie überhaupt für optische Täuschungen. Erst die Sonnenfinsternifs von 1860 lieferte den unwiderleglichen Beweis ihres solaren Ursprungs, indem durch Messungen nachgewiesen wurde, dafs der Mond bei seinem Vorrücken die Protuberanzen an dem einen Rande der Sonne allmählich immer mehr bedeckte, während sie an dem anderen in entsprechendem Mafse hervortraten. Zu gleicher Zeit konnte aber festgestellt werden, dafs nicht nur diese einzelnen am Rande vertheilten Gebilde vorhanden waren, sondern dafs die ganze Sonnenscheibe von einer Schicht derselben rosenfarbigen Substanz umgeben ist, die eine Dicke von etwa 10″ — 12″ (d. h. ca. 1100 Meilen) hat, und aus welcher sich an einzelnen Stellen die Protuberanzen zu gröfserer Höhe erheben. Diese Schicht, welche von Frankland und Lockyer wegen ihrer schönen Farbe den Namen „Chromosphäre" erhielt, macht den Eindruck, als

ob aus unzähligen Oeffnungen Strahlen glühender Gase hervorbrechen, welche wie ein loderndes Feuermeer die ganze Sonne umspülen.

Ueber die Natur dieser Erscheinungen gab erst die Sonnenfinsternifs von 1868 einigen Aufschlufs, bei welcher das inzwischen vervollkommnete Spektroskop zur Verwendung gelangte. Totale Sonnenfinsternisse sind aber leider so aufserordentlich seltene Ereignisse, dafs, wenn wir auf sie angewiesen geblieben wären, unsere Kenntnisse über die Chromosphäre und die Protuberanzen nur sehr langsame Fortschritte gemacht haben würden. Bei unverfinsterter Sonne sind die Protuberanzen für gewöhnlich nicht zu sehen, und zwar aus demselben Grunde, aus welchem die Sterne bei Tage unsichtbar bleiben: weil unsere Atmosphäre durch die vielen in ihr suspendirten, Licht reflektirenden Partikelchen zu sehr erhellt wird. Nun bietet aber das Spektroskop die Möglichkeit, dieses Licht zu schwächen, ohne gleichzeitig auch das der Protuberanzen in demselben Mafse zu vermindern. Das Licht des Himmelsgrundes giebt nämlich als reflektirtes Sonnenlicht ein kontinuirliches Spektrum durchsetzt von dunklen Linien. Wird nun die Zerstreuung des Spektroskopes vergröfsert, so dehnt sich das Spektrum aus, die Intensität der einzelnen Theile nimmt also ab. Das Spektrum der Protuberanzen dagegen, welches, wie wir sehen werden, aus einzelnen hellen Linien besteht, kann hierdurch nicht beeinträchtigt werden; der Abstand der einzelnen Linien von einander wird gröfser, ihre Helligkeit aber bleibt unverändert. Das Spektrum hebt sich daher jetzt von dem dunkleren Untergrunde deutlich und leicht erkennbar ab. Aber noch mehr. Huggins, Lockyer und Zöllner kamen fast gleichzeitig auf den Gedanken, dafs es möglich sein müsse, auch die Gestalt der Protuberanzen im Spektroskop zu erkennen. In der That, da das Licht derselben bei jeder Linie ihres Spektrums als monochromatisch angesehen werden kann, so braucht man nur den Spalt des Spektroskops entsprechend weit zu öffnen, um in demselben die Chromosphäre mit ihren kleinen, spitzen Gebilden, einem feurigen Grasfelde nicht unähnlich, und über ihr sich erhebend die Protuberanzen in ihren wechselreichen Formen zu erkennen. Auf diese Weise wurde es also möglich, zu jeder Zeit die Protuberanzen nach Form und Spektrum zu studiren.

Man unterscheidet gewöhnlich zwei Arten von Protuberanzen, welche als die wolkenförmigen und die eruptiven oder metallischen bezeichnet werden. Die ersteren haben ihren Namen erhalten, weil sie in der That oft eine überraschende Aehnlichkeit mit den irdischen Wolkenbildungen zeigen. (Siehe umstehende Figur.) Sie besitzen

mitunter enorme Ausdehnungen und zeichnen sich durch eine verhältnifsmäfsig grofse Beständigkeit aus. Die metallischen Protuberanzen dagegen bestehen gewöhnlich aus einzelnen sehr intensiven Strahlen, deren Form sich meist sehr schnell ändert. Sie erreichen ganz unglaubliche Höhen, nicht selten bis zu 20000 Meilen. Nimmt man hinzu, dafs mitunter in der Zeit einer Viertelstunde derartige Gebilde entstehen und verschwinden, so gelangt man zu Geschwindigkeiten, welche über jedes irdische Mafs weit hinausgehen. In der That, eine Masse glühenden Gases, von vielen Meilen Durchmesser, welche mit einer Geschwindigkeit von 20, 40 und mehr Meilen in der Sekunde in den Weltenraum hinausschiefst, giebt der menschlichen Einbildungskraft unlösbare Räthsel auf.



Protuberanzen.

Was nun die Natur der Protuberanzen anbelangt, so erkennen wir durch das Spektroskop, dafs die wolkenförmigen hauptsächlich aus glühendem Wasserstoff und einem auf der Erde nicht bekannten Elemente bestehen, welches durch eine gelbe Linie charakterisirt wird und Helium genannt worden ist. Seltener läfst sich auch Natrium und Magnesium nachweisen. Anders die eruptiven Protuberanzen. Ihr Spektrum weist aufser den Linien des Wasserstoffs und Heliums zahlreiche andere helle Linien auf, unter denen die von Natrium, Magnesium, Barium, Titan und Eisen besonders deutlich hervortreten.

Ein ähnliches Verhalten zeigt das Spektrum der Chromosphäre. Wasserstoff und Helium sind immer vorhanden, sehr häufig aber auch die anderen angeführten Metalle, besonders in den tieferen Schichten und an solchen Stellen, wo heftige Bewegungen stattfinden, in der Nähe von Flecken und Protuberanzen.

Die Deutung dieser Erscheinungen bietet nun keine Schwierigkeiten. Die Chromosphäre ist ersichtlich eine glühende Hülle, welche die Sonne umgiebt, und welche in der Hauptsache und in den höheren Theilen fast ausschliefslich aus Wasserstoff und Helium besteht. In den tieferen Schichten dagegen findet sich noch eine gröfsere Zahl

schwererer Metalle in gasigem Zustande vor. Werden durch irgend welche Veranlassungen diese Gasmassen aufgewühlt, so entstehen die Protuberanzen, und zwar, wenn sie aus den oberen Regionen stammen, die nur Wasserstoff enthaltenden wolkenförmigen; kommen sie aus gröfseren Tiefen, so reifsen sie auch andere Metalle mit.

Bei den Sonnenfinsternissen der letzten Jahre ist nun noch eine andere Art von Protuberanzen beobachtet worden, welche geeignet ist, ein ganz neues Licht auf diese merkwürdigen Gebilde zu werfen. Tacchini hatte nämlich vor einer Finsternifs die Protuberanzen in der gewöhnlichen Weise beobachtet und erblickte nun während der Totalität noch andere Protuberanzen, die er vorher nicht gesehen hatte, und die sich im Gegensatz zu den anderen rothen Gebilden durch ein merkwürdiges weifses Licht auszeichneten; und zwar waren sie um so weifser und matter, je weiter sie von dem Sonnenrande entfernt waren. Er fand aber ferner, dafs auch die Protuberanzen, welche er vorher im Spektroskop wahrgenommen hatte, während der Totalität beträchtlich gröfsere Dimensionen sowohl in Höhe wie in Breite zeigten, sodafs die vorhergesehenen nur für einen Theil der ganzen Erscheinung gehalten werden konnten. Bei einer grofsen metallischen Protuberanz z. B. bildete der nur während der Totalität sichtbare Theil einen weifslichen Mantel um ein stärker glühendes Centrum, welches er vorher allein im Spektroskop wahrgenommen hatte. Auch Handrikof, einer der wenigen Glücklichen, denen der Anblick der Sonnenfinsternifs vom August 1887 nicht durch die Ungunst des Wetters geraubt worden war (er hatte den Berg Blagodat am Ostabhange des Uralgebirges als Beobachtungsstation gewählt), bestätigte es, dafs man im Spektroskop manche Protuberanzen garnicht, von den anderen aber meist nur den inneren Theil, gewissermafsen das Gerippe einer Protuberanz sieht.

Tacchini sucht diese Erscheinung zu erklären, indem er annimmt, dafs die Substanz der Protuberanzen, sobald sie eine gewisse Höhe über der Photosphäre erreicht hat, sich sehr schnell abkühlt und fest wird, so dafs sie für die spektroskopische Beobachtung verschwindet, während sie bei der Totalität sehr gut mit blofsem Auge gesehen werden kann. Etwas wahrscheinlicher ist wohl die Erklärung, welche eine Beobachtung von Pickering an die Hand giebt, der konstatirt, dafs bei einer grofsen Protuberanz, deren Spektrum er bei der Finsternifs des Jahres 1886 photographirte, sämmtliche Wasserstofflinien fehlten, während die Linien H und K sehr stark ausgeprägt waren. Da man nun die Protuberanzen für gewöhnlich im Lichte der Wasserstofflinien, meist C, zu beobachten pflegt, so ist es klar, dafs

Protuberanzen, denen der Wasserstoff mangelt, der spektroskopischen Beobachtung entgehen müssen, während sie aktinische Strahlen in grofser Menge besitzen, photographisch sich also sicher bemerklich gemacht hätten. Es scheint danach sicher, dafs diese Protuberanzen aus einem anderen, wahrscheinlich noch leichteren Gase als Wasserstoff bestehen, welches ebenfalls in grofser Menge in der Chromosphäre und der äufseren Sonnenatmosphäre vorhanden sein mufs. Ob uns das Gas unbekannt ist, oder ob es etwa mit den beiden anderen unbekannten Stoffen, Helium und Coronium (s. u.) zusammenhängt, läfst sich bei der Neuheit der Sache, über welche erst spärliche Beobachtungen vorliegen, nicht entscheiden. Vielleicht ist hier auch eine Art Uebergang zur Corona angedeutet.

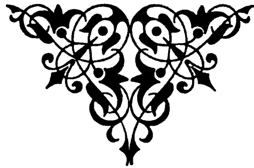
Auch über die Natur der Corona haben uns erst die letzten Jahrzehnte etwas sicheren Aufschlufs geliefert. War es früher überhaupt fraglich, ob die Corona zur Sonne, zum Monde oder zur Erdatmosphäre gehöre, oder gar nur eine optische Täuschung sei, so wissen wir seit Einführung des Spektroskopes in die Wissenschaft, dafs sie ein glühendes Gas enthält, also zweifellos der Sonne entstammt. Die Natur des Gases, welches man Coronium genannt hat, ist uns allerdings gänzlich unbekannt, da wir die grüne Linie im Spektrum, durch welche es charakterisirt wird, bei keinem irdischen Stoffe kennen. Jedenfalls mufs es eine Substanz sein, die noch viel leichter als Wasserstoff ist, das leichteste aller uns bekannten Elemente. Aufserdem zeigt das Spektrum auch die Wasserstofflinien, sowie mitunter zwei andere Linien unbekannten Ursprungs im Grüngelb. Ferner giebt die Corona aber auch ein schwaches continuirliches Spektrum mit dunklen Linien, sicherlich von reflektirtem Sonnenlichte herrührend. Hieraus folgt, dafs die Corona auch eine genügende Quantität von Materie enthält, welche das Sonnenlicht zu reflektiren im stande, also vielleicht staub- oder nebelartig ist. Aber freilich genügt eine so unglaublich geringe Menge dieser Materie, dafs man sich kaum eine Vorstellung davon machen kann. Nach Huggins würde ein Partikelchen auf eine Kubikmeile ausreichen, um die beobachteten Erscheinungen zu erklären.

Nachdem wir uns so mit den einzelnen Erscheinungen vertraut gemacht haben, sind wir nunmehr im stande, die Konstitution der Sonne im Zusammenhange zu überblicken. Der direkten Beobachtung entzogen und daher nur auf spekulativem Wege zu ergründen ist der innere Sonnenkern, den wir uns als eine glühende, vermuthlich gasförmige Masse von höchster Temperatur und verhältnifsmäfsig grofser Dichtigkeit vorstellen müssen. Die Begrenzung nach aufsen wird ge-

bildet durch die für uns sichtbare Oberfläche, die Photosphäre. Dieselbe stellt eine Hülle dar, in welcher sich die Metalldämpfe infolge der starken Ausstrahlung in den Weltenraum erheblich abkühlen und stellenweise zu Wolken, ähnlich den in unserer Atmosphäre auftretenden kondensiren, nur mit dem Unterschiede, dafs diese nicht aus Wasserbläschen, sondern aus glühenden, leuchtenden Metalltropfen zusammengesetzt sind. Diese Wolken schweben in einer Atmosphäre unkondensirter Dämpfe, welche nicht nur die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wolken ausfüllen, sondern sich auch in dicker Schicht über den photosphärischen Wolken lagern. So wird der Uebergang zur Chromosphäre gebildet, welche man sich demnach keineswegs als scharf gesonderte Schicht vorstellen darf. In der Chromosphäre finden wir in den untersten Regionen die schwereren Metalldämpfe, in den höheren die leichten Gase, Wasserstoff und Helium. Die in und über der Photosphäre, d. h. also zwischen den photosphärischen Wolken und in den tieferen Schichten der Chromosphäre befindlichen unverdichteten Gase strahlen beträchtlich weniger Licht aus, als die glänzenden metallischen Wolken, sie bilden die dunklen Stellen der Granulation. Da hier auch geringerer Druck und niedrigere Temperatur vorherrscht, so geben diese Schichten kein kontinuirliches Spektrum mehr, sondern ein aus hellen Linien bestehendes, wie sich bei totalen Sonnenfinsternissen direkt nachweisen läfst. Für gewöhnlich dagegen leuchtet das helle Licht der Photosphäre durch diese Dämpfe hindurch, welche dann als „umkehrende Schicht“ absorbirend auf dieses Licht wirken und das bekannte Sonnenspektrum (kontinuirlich mit unzähligen dunklen Linien) erzeugen. In der Photosphäre spielen sich die Erscheinungen der Flecken und Fackeln ab; aus der Chromosphäre erheben sich die Protuberanzen. Und alle diese Schichten werden umspült von der weit hinaus sich erstreckenden, überaus dünnen Atmosphäre, welche sich nur bei totalen Sonnenfinsternissen als Corona unsern Blicken enthüllt.

Ueber die Entstehung der Flecken, die mannigfachen räthselhaften Erscheinungen in ihrem Dasein, die Eigenthümlichkeiten in der Rotation der Sonne und anderes geben die hier vorgetragenen Ansichten unmittelbar keinen Aufschlufs. Aber auch über diese Punkte haben die neuen Beobachtungen, besonders die Anwendung der Spektralanalyse, zu wichtigen Ergebnissen geführt; vielleicht bietet sich Gelegenheit, in einer weiteren Betrachtung auf diese interessanten Kapitel zurückzukommen.

Anm. d. Red. Unsere diesmalige Kunstbeilage, die heliographische Nachbildung einer der besten der in Potsdam gewonnenen Sonnenaufnahmen, zeigt mehrere gröſsere Sonnenflecken mit ihren charakteristischen Eigenthümlichkeiten. Rings um den am linken Rande stehenden Fleck sieht man schön ausgebildete Fackeln. Solche Fackeln sind auch da, wo der für die Orientirung der Platte mit abgebildete Spinnfaden den Sonnenrand trifft, links unten und rechts oben erkennbar. Die Abdunkelung des Sonnenrandes, sowie die Granulation der ganzen Fläche ist ebenfalls in dieser vollkommensten Art der Nachbildung fast so schön, wie im Original, wiedergegeben.





Die hydrologischen Geheimnisse des Karstes und seine unterirdischen Wasserläufe.

Auf Grundlage der neuesten hydrotechnischen Forschungen dargestellt von

Wilhelm Putick, k. k. Forstinspektions-Adjunkt.

Im Süden der österreich-ungarischen Monarchie erstreckt sich entlang der Steilküste des adriatischen Meeres, über ein weites Gebiet mehrerer Kronländer ausgedehnt und noch weiter südöstlich über die Gemarkungen Oesterreichs hinaus, eine naturseltene Gebirgsformation, die von auffallend zerklüfteten und unterhöhlten Sedimentgesteinen zoogener Bildungen hochmächtig aufgebaut ist. Vorherrschend sind hier überall massig geschichtete Kalksteine, welche der Kreide-, Trias- und Kohlen-Formation angehören, und welche allgemein in gestörter Lagerung von Nordwest gegen Südost streichen, während die Verflachung dieser dislocirten Schichten gegen Südwest unter 10 bis 30 Graden Neigung beobachtet werden kann.

Diese plateauförmige Gebirgsformation wird gegen Norden von den Riesendolomiten der Julischen Alpen umrandet und von den Flüssen Isonzo, Idria, Pöllander Zaier und Save nördlich begrenzt. Das Bergland von Idria formirt den Uebergang von den Julischen Alpen zu dem in Rede stehenden, weltbekannten Karst-Plateau.

Obwohl der Ternovaner Wald und weiter südöstlich anschliefsend der Birnbaumer Wald bereits dem geologischen Charakter nach zur eigentlichen Karstformation gehören, so vermochte eben diese plateauförmigen Hochlagen nur der herrliche Waldschmuck, welcher dieselben heute noch ziert, vor jener, für ein ödes Stein- und Felsgelände vulgär gewordenen Bezeichnung „Karst“ zu retten. Ebenso zeigen die gleiche Gesteinsformation der sogen. Čičen-Boden und die gröfsten Flächen der Halbinsel Istrien mit allen zugehörigen Inseln im Quarnero; des-

gleichen die Grofse und Kleine Kapella, das Velebit-Gebirge, die Dinarischen Alpen und alle dalmatinischen Inseln des adriatischen Meeres. Zum gröfsten Theile sind wohl auch von der nämlichen Beschaffenheit die ausgedehnten Gebirgsplateaux von Bosnien und von der Hercegovina, sowie von Montenegro und theilweise von Albanien und Epirus, wie auch jene von Griechenland.

Doch der klassische Boden des tausendfach zerklüfteten und unterhöhlten Karstkalkes mit seinen merkwürdigen hydrologischen Verhältnissen liegt ohne Zweifel im Herzogthume Krain, und ferner im Küstenlande, in Istrien, in Dalmatien und in Kroatien. Das ganze Karstgebiet bildet in der Hauptsache ein ausgesprochenes Plateaugebirge mit einer verworrenen und unvollendeten Thalbildung von höchst eigenartigen Erosionsthälern und mit einzelnen aus diesem Kalkmassiv hochemporragenden Kalksteinriesen.

Gerade am Fufse dieser dominirenden Hochberge, welche stellenweise noch gegenwärtig von prächtigen Buchen- und Tannenforsten gekrönt sind, breiten sich zumeist sehr ausgedehnte Terraindepressionen aus, die nach allen Seiten von einem wellenförmig auf- und absteigenden Hügelgelände begrenzt erscheinen. Der nahezu ebene Boden dieser für die Karstlandschaft typischen Terrainsenkungen, welche als Thalmulden ohne Ein- und Ausgang unter der bereits eingebürgerten Bezeichnung „Dolinen“[1]) — oder eigentliche Kesselthäler — bekannt geworden sind, besteht aus mächtigen Alluvionen, welche den ertragreichsten Wiesen zum Standorte dienen. Aber jahraus jahrein gewahrt man in den meisten Kesselthälern des Karstes während der beiden Regenperioden zur Tag- und Nachtgleiche eine seltsame Veränderung des landschaftlichen Gepräges. Die üppigen Wiesenmatten des Sommers sind während dieser Jahreszeiten von meterhohen Stauwässern bedeckt, welche unter ungünstigen lokalen Verhältnissen und infolge gröfserer atmosphärischer Niederschläge als „periodische Seen“ einen Weltruf erlangt haben. So ist beispielsweise nur infolge der analogen Verhältnisse der sogenannte Zirknitzer See in Krain bis auf unsere Tage als Naturwunder angestaunt worden. Wohl treten hier die eigenartigen Hochwasser-Erscheinungen in einer höchst auffallenden Weise hervor, so dafs nicht selten binnen einer Reihe von 14 Tagen bis 3 Wochen der gänzlich ausgetrocknete Zirknitzer See seinen normalen Stand erreicht und alsbald noch über denselben emporwächst. Dabei sind die oberirdischen Zuflüsse des Seebeckens von Zirknitz im Ver-

[1]) In der Literatur werden meistens nur kleinere Senkungsfelder am Karste als „Dolinen“ bezeichnet.

hältnifs zu der rapiden Wasseransammlung desselben nur geradezu verschwindend. Aber dagegen brechen während der Regenperiode aus den tributpflichtigen Zuflufshöhlen die unterirdisch vereinigten Meteorwässer mit elementarer Gewalt hervor und füllen in jener verhältnifsmäfsig kurzen Zeit das weitgedehnte, ebene Seebecken mit tiefen Fluthen an. Alles dies nur als Folgeerscheinung des Mifsverhältnisses zwischen Zu- und Abflufs der Wässer.

Bekanntlich ist dieser See durch seine seltenen Naturerscheinungen bereits von den ältesten Geschichtsschreibern als „Lagus palus," von Strabo als „Lugeus lacus" bezeichnet und beschrieben worden. In späteren Schriften erscheint derselbe nur unter dem Namen „Lugeus lacus" — „der löcherige See"[2]) — beschrieben und als solcher unter die „Naturraritäten" des Landes eingereiht.

Der berühmte Chronist Freiherr von Valvasor widmet dem Zirknitzer See in seinem topographisch-historischen Monumentalwerke — „Die Ehre des Herzogthums Krain" (Laibach und Nürnberg 1689) — eine besondere Aufmerksamkeit. Gleich zu Anfang seiner Beschreibung des Landes Krain apostrophirt er von den naturseltenen Erscheinungen des Zirknitzer Sees: „Dafs derjenige, welcher die wunderbare Eigenschaft, durch blofsen Fleifs, sogleich deutlich machen und durch emsiges Nachforschen, wie mit einem Senkblei ergründen wollte, der würde aus Mangel der dazu erforderlichen Zeit, genugsamen Gelegenheit und eines gründlichen und wahren Unterrichts, niemals auf den rechten Grund einer vollkommenen Entdeckung desselben gelangen können; sondern es würde der Riegel des verschlossenen tiefen Busens der Natur, noch alle Zeit vorgeschoben bleiben, mithin zur weiteren Entdeckung der Nachwelt etwas müssen übrig gelassen werden."

In weiterer Folge schildert er dann auf Grund seiner eigenen Beobachtungen die Verhältnisse des Zu- und Abflusses der Wässer des Sees.

Noch eingehender findet man diese eigenthümlichen Wasserverhältnisse in dem Werke von Franz Anton von Steinberg:

[2]) Herr v. Steinberg erklärt — in seinem später citirten Werke über den Zirknitzer See — die Bezeichnung „Lugeus lacus" nachfolgend: „Indem diejenige Gegend, wo dieses Gewässer sich ausbreitet, voller Löcher und Oeffnungen ist, daher folglich auch gar möglich seyn könne, dafs aus dem alten Worte „Lueg," teutsch, Loch, das römische Beywort „Lugeus" entstanden sey; mithin „lugeus lacus" so viel als der „löcherichte See" heifsen solle." —

„Gründliche Nachricht von dem in dem Innerkrain gelegenen Zirknitzer See — Laibach anno 1758“ dargestellt.

Aus den naturhistorisch reichhaltigen Quellen dieser beiden Werke schöpften auch die meisten Schriftsteller der späteren Zeit, wenn dieselben, nach einem mehrstündigen Aufenthalte in Zirknitz, ihre eigenen Wahrnehmungen und die uralten Sagen benützend, einige Nachrichten von diesem wahrhaftigen Weltwunder niedergeschrieben haben. Und selbst bis zur Gegenwart haben sich alle jene Nachrichten über die mysteriösen Verhältnisse des Verschwindens und Wiedererscheinens der Wässer des Zirknitzer Sees fast unverändert erhalten. Einige sehr komplizirte Hypothesen haben nur noch diese ältesten Daten bereichert, um eine wissenschaftlich plausible Erklärung dafür zu bringen, was der geheimnifsvolle Seeboden Jahr für Jahr hervorzubringen geeignet ist.



Fig. 1. **Die grosse Karlovca-Höhle am Zirknitzer See.**[3])

[3]) In dieser Abbildung erscheint das Eingangsthor einer der bedeutendsten Abflufshöhlen für die Hochwässer des Zirknitzer Sees dargestellt. Der unter das Hügelplateau einziehende Höhlengang zeigt in seinem weiteren Verlaufe gröfsere und kleinere Weitungen. Derselbe mündet, wie nunmehr technisch erwiesen ist, ungefähr 2.5 Kilometer in nördlicher Richtung durch die Fürst Windisch-Grätz-Höhlen bei St. Canzian in die sogen. Rakbachschlucht der Haasberger Forste, wovon in der weiteren Folge eine genauere Angabe vorgebracht wird.

Aus jenen Darstellungen ist auch ferner bekannt, dafs die ungefähr eine halbe Quadratmeile einnehmende, normale Fläche des Zirknitzer Sees im Verlaufe eines Jahres die verschiedenartigsten Benützungen gestattet, und zwar: Nachdem die Wässer vollständig verschwunden sind, dient das ganze ausgedehnte Seegebiet während des Sommers der Landwirthschaft, im Herbste der Jagd auf Sumpf- und Wasserwild, und während der übrigen Jahresperioden, wenn der See wieder angefüllt ist, vorwiegend der Fischzucht zum ergiebigen Operationsboden.

Die oberirdischen Karst-Erscheinungen vermochten auch neben den nahegelegenen und den entfernteren Sehenswürdigkeiten von mächtigen Quellen, die unmittelbar am Ursprunge mit einem Wasserreichthum von respektablen Flüssen aus geheimnifsvollen unterirdischen Räumen zu Tage treten und nach einem verhältnifsmäfsig kurzen oberirdischen Laufe wieder unter das Gebirge einziehen, oder sogar unterseeisch in die Adria einmünden, seit uralten Zeiten die Aufmerksamkeit der Naturforscher und durch dieselben das Interesse der Allgemeinheit rege zu erhalten.

So schreibt z. B. in neuester Zeit Dr. Heinrich Noë von dem weltberühmten Timavus bei Duino in Istrien, welcher Strom nebenbei bemerkt, nur ca. einen Kilometer weit vom Ursprunge bis zur Mündung in das adriatische Meer oberirdisch daherzieht und dabei bis zu seinen mächtigen Quellen mit ansehnlichen Seeschiffen befahren werden kann, Nachfolgendes:

„Es giebt viele Dutzende solcher Ausbrüche, ja man kann es vom Laibacher Moor an bis nach Griechenland hinunter geradezu als Regel bezeichnen, dafs die Süfswasser in ähnlicher Gestaltung ihres Auftretens den Weg zum Meere einschlagen. Dafs man nun gerade den „Timavus“, (und ich möchte sagen, ebenso den Zirknitzer See), von jeher als ein besonderes Wunderstück betrachtete, hat seinen Grund in dem nämlichen Umstande, welchem es zuzuschreiben ist, dafs man den Vierwaldstädter-See und den Langen See unter den Schweizer und italienischen Gewässern, den St. Gotthard unter den Wundern der Alpenwelt längst vorher nannte, bevor von anderen ähnlichen Erscheinungen die Rede war. Es führte eben der Weg daneben und darüber hin.

Genau so verhält es sich mit dem Wasser-Ausbruche des Timavus. Derselbe befindet sich an den Pforten Italiens, an einem Strande, welcher von den Zeiten der Argonauten bis zur Gründung von Aquileja immerwährend vom Verkehr belebt und genannt war. Da konnten

also die Karstflüsse von Krain, dann die des inneren Dalmatien und Kroatien, die Quellflüsse von Bosnien und der Hercegovina nicht dagegen aufkommen. Speziell den Timavus mufste jeder sehen, der auf der Via Aemilia aus Italien nach dem Osten ging, oder die Strafse nach Pannonien, Noricum und Rhaetien einschlug.“ —

Obwohl gegenwärtig die Verhältnisse am Ursprunge des Timavus den poetischen Worten Virgils (im ersten Buche der Aeneide) — — —

„Antenor potuit mediis elapsus Achivis Illiricos penetrare sinus atque intima tutus regna Liburnorum et fontem superare Timavi, unde per ora novem vasto cum murmure montis it mare proruptum et pelago premit arva sonanti“ —

nicht mehr vollkommen entsprechen, so tragen sie dennoch und immerhin den Charakter des Ueberwältigenden an sich und wären dadurch nur ein wichtiger historischer Beleg für die Wirkungen einer verborgenen Erosion, indem sich die mächtigen Fluthen seit jener Zeit ein tieferes Bett ausgewühlt haben und nunmehr mit majestätischer Ruhe zum Meere ziehen.

Ebenso wie dort nahe am Timavus führte auch an den Ufern des Zirknitzer Sees eine alte Heerstrafse aus dem Hafen von Tarsatica in Liburnien nach Emona in Pannonien. Und wohl nur die Unwegsamkeit der einstigen Urwälder in den Karstwildnissen der römischen Provinz Dalmatia liefs jedoch die weitaus grofsartigeren Verhältnisse des heutigen „Livansko polje“ bei Livno in der Hercegovina u. A. m. den alten Kultur-Völkern nicht näher und allgemeiner bekannt werden.

An die Stelle der vereinzelten topographischen Daten aus dem klassischen Alterthum traten in der späteren Zeit die unglaublichsten Fabeln und Volkssagen über den Verlauf der kurzlebigen Karstgewässer, so dafs die kartographischen Darstellungen jener Zeit, wie z. B. Joh. Blaevs „Novus Atlas“ (Amsterdam 1647) und die mehrfachen Ausgaben der Karte „Karstia, Carniola, Histria et Vindorum Marchia“ (Ger. Mercatore Auctore 1667) genauer betrachtet, den besten Ausdruck für die damaligen hydrologischen Anschauungen von dieser Gegend abgeben.

Auffallenderweise findet man selbst in den Schriften — „Mundus subterraneus“ (Amsterdam 1678) — des gelehrten Paters Athanas Kircher nur vereinzelte Nachrichten von den bekanntesten Karstflüssen und vom Zirknitzer See, woraus angenommen werden mufs, dafs sogar diesem Forscher selbst die sehenswürdigsten und nach-

weislich damals schon erschlossenen unterirdischen Räume des Karstes nicht alle genugsam bekannt geworden sind.

Aus dem bisher Angeführten erhellt deutlich, dafs die Grofsartigkeit der oberirdischen Erscheinungen ohne Zweifel tief verborgene Ursachen an sich tragen mufs. Die Wirkungen der Höhlenflüsse an den zu Tage liegenden Verhältnissen der Kesselthäler des Karstes, welche auf jeden Naturfreund einen überwältigenden Eindruck zu üben geeignet sind, sind eben der Beobachtung viel leichter zugänglich, als ihre mysteriösen Ursachen, die in dem unerforschlichen inneren Bau der Gebirgsformation, tief unter der Erdoberfläche, gesucht werden müssen.

Die älteren Studien und Beobachtungen der Wasserverhältnisse des Karstes beschränkten sich nur auf die oberirdischen Erscheinungen derselben. Erst unserer Zeit blieb es vorbehalten, mit der Leuchte der Wissenschaft in die dunklen Zellen und Adern der felsigen Erdrinde einzudringen.

Wohl greifen die Anfänge einer exakteren Durchforschung dieser merkwürdigen unterirdischen Räume mit den in denselben frei cirkulirenden Wässern schon in die Zeiten nach dem Erscheinen des unsterblichen Werkes des Freiherrn von Valvasor, nachdem derselbe durch ein ganzes Buch des I. Bandes der „Ehre des Herzogthums Krain“, betitelt „Von den Naturraritäten des Landes“, die fruchtbringendste Anregung hierzu gegeben hat. Nach und nach bemächtigte sich die Geologie dieses höchst interessanten Bodens, so dafs aus einzelnen anerkennenswerthen Beiträgen über die subterranen Verhältnisse in nicht allzu ferner Zeit alles Dunkel auch hier aufzuhellen, unserer Wissenschaft möglich sein wird.

Auffallend gleichmäfsig, wie schon früher angegeben wurde, streichen am ganzen Karste die mächtigen Schichten des Kalksteines, der zum Theile der Kreide-, Trias- und zum Theile der Kohlen-Formation angehört, in der Richtung von Nordwest gegen Südost dahin und sind dadurch für die generelle Thalbildung in der nämlichen Richtung als bestimmend zu betrachten.

Das ganze Gebiet des Karstes zeigt als Grundgestein vorwiegend den Rudistenkalk der Kreideformation, welcher Kalkstein speziell in Krain die höchsten Erhebungen im Birnbaumer-Wald und am Krainer Schneeberg formirt. Im Javornik-Gebirge geht derselbe in den Caprotinen- oder Spatangenkalk über. Unmittelbar an dieses Kreidegebirge anschliefsend, bilden meistens die Hallstätter Schichten der Triasformation einige flach verlaufende Hügelzüge von vor-

herrschend langgezogener Erstreckung, oder sie bilden mit den Kreidekalken eine nestweise Wechsellagerung, um wieder dem vorherrschenden Kreidegebirge das Feld einzuräumen. Speziell über die hydrologische Bedeutung der dolomitischen Nester am Karste wird sowohl mit Bezug auf seine ober- wie unterirdischen Wasserläufe in der Folge Erwähnung gethan.

Weit und breit findet man auf dem vollständig zerklüfteten Kalksteingebirge des Karstes gar keine Wasserquellen und ebenso kaum einen oberirdischen Wasserlauf. Nur dort, wo kleinere oder gröfsere Nester des Guttensteiner Kalkes, sowie dort, wo die festen Schichten des Steinkohlenschiefers und Kohlenkalkes lagern, sind hin und wieder wie auch in den eocänen Ablagerungen krystallhelle Wasserquellen zu finden. Von dort fliefsen munter sprudelnde Gebirgsbäche in tief eingeschnittenen Schluchten nach den angrenzenden Kesselthälern hinab und sobald sie die unterhöhlten Kalksteinzonen erreichen, beginnt auch schon die Verschlundung ihrer Wässer durch mehr oder minder freie Wasserthore, oder durch die vorherrschenden Schlundtrichter — die sogen. „Ponore“ — nach dem eigentlichen Höhlensystem, meistens am Fufse des anstehenden Gesteins der steilen Thalränder.

Das ganze übrige Gebiet des Karstes ist an seiner Oberfläche vollständig zerklüftet und von zahllosen Felstrichtern, sowie von enorm tiefen Naturschachten unterbrochen. Infolge dessen ist auch der fühlbare Mangel an oberirdischen Quellen und Bächen erklärlich. Die sämtlichen Meteorwässer finden in dieser weitgedehnten Gebirgsformation nur auf unterirdischen Wegen ihren anfänglich vertikalen und anschliefsend horizontalen, wenn auch zeitweise wohl unzureichenden Abflufs. Trotz der hydrographischen Bedeutung und bei dem hohen naturhistorischen Interesse der Wasserhöhlen des Karstes, gehören die Erforschungen dieser ganz eigenthümlichen Wasserverhältnisse, wohl nur wegen der grofsen technischen Schwierigkeiten, erst der neuesten Zeitperiode an.

Ungeachtet der mannigfachen technischen Schwierigkeiten und trotz der vielen lebensgefährlichen Hindernisse, die sich den bezüglichen Forschungen entgegenstellen, mufste hier unbedingt erst die nöthige Klarheit in die lokalen Wasserverhältnisse gebracht werden, bevor die Praxis einen weitergehenden Nutzen aus diesen seltsamen Verhältnissen ziehen kann. Gleichzeitig mit der Erforschung der hydrologischen Geheimnisse der Unterwelt des Karstes wurde auch einige Kenntnifs über die dynamischen Wirkungen der Meteor-

wässer in den gigantischen Höhlengängen unter der Erdoberfläche erreicht.

Obwohl die meisten Mittheilungen, welche man bisher über diesen geheimnifsvollen Boden zu verzeichnen hat, vorwiegend die hydrographischen und geologischen Verhältnisse des zu Tage liegenden Karstgebietes behandeln, so findet man dennoch unter diesen zahlreichen Schriften gar viele schätzenswerthe Beiträge zur generellen Kenntnifs des tausendfach zerklüfteten Untergrundes.

In dieser Beziehung möge nur in aller Kürze auf die trefflichen Arbeiten und Spezialkarten des k. k. militär-geographischen Institutes hingewiesen werden. Ferner müssen mit Rücksicht auf die Studien und Forschungen der geologischen Beschaffenheit der Karstformation, die hauptsächlich von den Herren M. V. Lipold, Dr. G. Stache und D. Stur für die k. k. geologische Reichsanstalt durchgeführten Aufnahmen, sowie die hochverdienstlichen Arbeiten der Herren Urbas, v. Lorenz, Tietze, v. Mojsisovics, Reyer, Hochstetter, v. Hauer, Kraus u. A. m. genannt werden.

Die mysteriösen hydrographischen Verhältnisse dieses Gebietes jedoch, die von einem Kesselthale zum anderen führenden unterirdischen Wasserläufe, waren bisher zumeist nur ein Gegenstand der Volkssage und die öfters divergirenden Angaben über die Wechselbeziehung der Theilstrecken ihres oberirdischen Verlaufes und über ihren Zusammenhang entstammten zumeist nur blofsen Vermuthungen. Ich verweise diesbezüglich auf die älteren und neueren Schriften: Zuerst auf Schönlebens Werk „Carniolia antiqua et nova etc." 1681, dann auf das oben angeführte Prachtwerk des Freiherrn v. Valvasor und das naturhistorisch interessante Werk über den Zirknitzer See von Franz Anton von Steinberg. Wissenschaftlich höherstehend sind ferner „Tobias Grubers „„Briefe hydrographischen und physikalischen Inhaltes aus Krain"" an Ignaz Edl. v. Born, (Wien 1781)." Weiter sind erwähnenswerth die Arbeiten von Nagel (ein Manuscript in der k. k. Hofbibliothek in Wien), sowie die wissenschaftlichen Publikationen von Hacquet, von Hohenwart, von Morlot und von Boué u. A. m. — Endlich die mustergiltige Arbeit von Dr. Adolf Schmidl: „Die Grotten und Höhlen von Adelsberg, Lueg, Planina und Laas", Wien 1854, sowie die hochverdienstlichen Arbeiten von Hochstetter und Szombathy, welche in den Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Bd. XLIII, I. Abthlg., S. 293, niedergelegt sind; diese haben insbesondere einen berechtigten Anspruch, als geodätisch

exakte Forschungen einzelner Theile des Höhlengebietes von Innerkrain angesehen zu werden.

Zur weiteren Klarlegung der gesamten lokalen Verhältnisse des Höhlenflufsgebietes der Laibach, welche ihr Sammelgebiet in den Kesselthälern von Adelsberg, Laas-Altenmarkt, Zirknitz und Planina besitzt, wurde vom k. k. Ackerbau-Minister Grafen Julius von Falkenhayn die Vornahme der hydrographischen Forschungen an den Höhlenflüssen von Krain angeordnet, um die exakte Lösung der naturmerkwürdigen Hochwasserfrage in den Innerkrainer Kesselthälern zum Vortheile der dortigen Landwirthschaft zu bewerkstelligen. Diese unterirdischen Flufsaufnahmen erstrecken sich bereits über ein weites Gebiet der Karstformation. Begonnen wurde mit diesen Arbeiten im gröfseren Mafsstabe über Auftrag des Ackerbau-Ministeriums in Innerkrain, wohin der Verfasser dieser Mittheilung schon im Jahre 1886 entsendet worden ist.

Aufserdem subventionirte das genannte Ministerium die über Anordnung des krainischen Landesausschusses bald darauf in Angriff genommenen Forschungen an dem Höhlenflufsgebiete der Gurk in Unterkrain, mit deren technischen Leitung der landschaftliche Ingenieur Vladimir Hrasky betraut worden ist.

Ferner liefs das gemeinsame Ministerium durch den Civil-Ingenieur Josef Riedel an den Höhlenflüssen in Bosnien und in der Hercegovina ganz analoge Studien vornehmen.

Endlich müssen auch noch die konformen Arbeiten hervorgehoben werden, welche an dem unterirdischen Laufe des Rekaflusses bei St. Canzian im Küstenlande seit geraumer Zeit ins Werk gesetzt sind. Wie mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit angenommen wird, repräsentirt die Reka bei St. Canzian den Oberlauf des früher genannten Timavus bei Duino. Die Entfernung von dem Verschwindungspunkte der Reka bis zu den Quellen des Timavus, also die unterirdische Verbindungsstrecke, beträgt hier ungefähr 34 Kilometer in der Luftlinie, wobei das totale Gefälle 275 Meter ausmacht. Diese Daten sind ohne Zweifel eine genügende Andeutung für die Beurtheilung der Grofsartigkeit des gesteckten Zieles der unterirdischen Forschungsarbeit. Dieselbe wird auf Kosten der Sektion „Küstenland" des Deutschen und Oesterreichischen Alpenvereins von ihren Mitgliedern Anton Hanke, Josef Marinitsch und Friedrich Müller in aufopfernder Widmung ihrer freien Stunden vorgenommen.

Auch die „Sektion für Naturkunde" des Oesterreich. Touristen-Club, welche durch die Erweiterung ihres Arbeitsfeldes



Fig. 2. Die grofse Naturbrücke von St. Canzian in den Haasberger Forsten bei Planina.

aus der früheren „Sektion für Höhlenkunde“ erst jüngst entstanden ist, wendet zum Theile ihre Mittel und Arbeitskräfte auch der Verallgemeinerung dieses Wissenszweiges der Naturkunde zu. Speziell dieser Sektion und ihrem seinerzeitigen Mitgliede, dem Höhlenforscher Regierungsrath Franz Kraus, welcher an der Seite ihres Präsidenten Hofrathes Franz R. v. Hauer als Vorkämpfer für das neue System der Höhlenforschung eintrat, gebührt das Verdienst der Bahnbrechung nach der Unterwelt des Karstes. Gleich zu Anfang dieser Sektionsgründung bestand ein engeres Comité derselben, welches unter dem Namen Karst-Comité vom Jahre 1885 bis 1887 tagte und welches speziell die Erforschung der unterirdischen Wasserverhältnisse des Karstes sich zum Ziele der gemeinsamen Arbeit gesteckt hatte. Den Vorsitz führte Hofrath Dr. Franz R. v. Hauer, Intendant des k. k. Hofmuseums, sein Stellvertreter war Fürst Ernst Windisch-Grätz.

Bereits in seiner ersten Sitzung fafste dieses Comité den Beschlufs, eine Versuchsarbeit in der sogen. „Piuka jama“ (Poikhöhle) zwischen Adelsberg und Planina vornehmen zu lassen. Vorerst sollte jedoch unter der Leitung des Herrn Kraus eine Treppenanlage innerhalb des 70 Meter tiefen Felsentrichters zur eigentlichen Poikhöhle hergestellt werden. Nach Ueberwindung dieser grofsen Schwierigkeiten führte Kraus auf Kosten des Comités die äufserst schwierigen und gefahrvollen Forschungen an dem unterirdischen Laufe des Poikflusses in der Piuka jama durch, während Museal-Custos Josef Szombathy vom naturhistorischen Hofmuseum in Wien und der Verfasser als Forsttechniker des Ackerbau-Ministeriums, die Vermessungsarbeiten daselbst besorgten.

Die in Rede stehenden Karstarbeiten wurden überhaupt auf Grund der „Berichte über die Wasserverhältnisse in den Kesselthälern von Krain“ in Angriff genommen. Nachdem Hofrath v. Hauer diese Berichte aus den einzelnen Kesselthälern von Krain zusammengestellt und in der Monatsversammlung der „Sektion für Höhlenkunde“ des Oesterreichischen Touristen-Klub am 17. Januar 1883 vorgelegt hatte, entwickelte sich ein allgemeines Interesse an der Erforschung der hydrologischen Verhältnisse des Karstes. Die bezüglichen v. Hauerschen Berichte finden sich vollinhaltlich im dritten Bande No. 3 und 4 der „Oesterr. Touristen-Zeitung“ vom Jahre 1883 abgedruckt.

Dieselben bildeten die eigentliche Anregung zu den gegenwärtigen im Auftrage des Ackerbauministeriums vorgenommenen hydrotechnischen Forschungen am Karste, welche eine höchst beachtenswerthe wirthschaftliche Bedeutung in sich tragen.

Gegenwärtig sind gerade die lokalen Vorstudien abgeschlossen und ich bin nun auf Grund dieser eingehenden und systematischen Forschungen in der Lage, über den naturseltenen hydrologischen Befund eines grofsen Gebietes der Karstlandschaft Aufschlufs zu geben. Daher möge es mir nun weiter gestattet sein, in dieser Darstellung speziell das mir zugewiesene Arbeitsgebiet näher zu beleuchten.

(Fortsetzung folgt.)





Zur Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwelle.

Prof. Wild lenkt in den Compt. rend. (Juli 22.—29.) die Aufmerksamkeit auf gewisse zeitliche Beziehungen zwischen dem Erdbeben von Werny, einem Orte in Centralasien, und den Bodenoscillationen, welche an Registrirapparaten des erdmagnetischen Observatoriums zu Pawlowsk bei Petersburg von ihm beobachtet worden sind.

Das Erdbeben von Werny trat am 12. Juli d. J. um $3^h\ 15^m$ Morgens (mittl. Ortsz.) ein und dauerte ohne Unterbrechung dreizehn Minuten. Die Aufzeichnungen des Magnetographen und Elektrographen in Pawlowsk zeigten am 12. Juli Morgens um $0^h\ 32^m$, 35^m und 39^m heftige Ausschläge, und alle Umstände sprechen dafür, dafs diese Störungen dem erwähnten Erdstofse in Centralasien zuzuschreiben seien, indem derselbe sich dem Pfeiler der Instrumente mittheilte. Wenigstens schliefst das Verhalten der Schwankungen der Magnetnadel vollkommen die Möglichkeit aus, dieselben in Einwirkungen des Erdmagnetismus oder der Luftelektricität zu suchen. Mit Rücksicht auf den $3^h\ 6^m$ betragenden Längenunterschied des Erdbebencentrums und Beobachtungsortes berechnet Wild die Uebertragungsdauer zu 23 Minuten. Da die Entfernung beider Punkte 4836 Kilometer beträgt, so ergiebt sich hieraus die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle zu

rund 3500^m in der Sekunde.

Dieser Werth wird, wie Wild bemerkt, sich vielleicht noch um ein Weniges ändern, wenn erst genauere Angaben über die Eintrittszeit und Dauer des Erdstofses aus der meteorologischen Station zu Werny vorliegen.

Eine vollkommene Bestätigung haben die Schlufsfolgerungen des Prof. Wild durch Beobachtungen gefunden, die Dr. Marcuse auf der Sternwarte zu Berlin in der Nacht vom 11. zum 12. Juli zu machen in der Lage war, während er sich mit Polhöhenbestimmun-

gen am Universaltransit beschäftigte. Das Höhenniveau des Instrumentes zeigte nämlich um $11^h\ 27^m$ den Beginn einer heftigen Bodenerschütterung an, und die ungewöhnlichen Schwankungen der Luftblase liefsen den Beobachter keinen Augenblick darüber in Zweifel, dafs es sich hier um Fernwirkungen eines Erdstofses handle. Die Längendifferenz Berlin-Pawlowsk beträgt $1^h\ 8^m$; also ist in Berlin die Erschütterung zu einer Zeit beobachtet worden, die der mittl. Ortszeit von Pawlowsk $0^h\ 35^m$ am 12. Juli Morgens entspricht. Aus dem Unterschiede dieses Werthes und des von Wild festgestellten ($0^h\ 32^m$) kann sofort geschlossen werden, dafs die Erdbebenwelle die Strecke von Pawlowsk (bez. Petersburg) bis Berlin in rund drei Minuten zurückgelegt hat. Legt man diese 3^m zu den obigen 23^m hinzu, so ergiebt sich die Uebertragungsdauer von Werny bis Berlin zu 26^m, welches genau der Werth ist, den Dr. Marcuse hierfür findet.

Die angegebenen Zahlen für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit können bei so grofsen Entfernungen, wie die hier in Betracht kommenden, nur mittlere Werthe darstellen. Denn abgesehen von der wechselnden Elasticität des Gesteins bedingt schon die Kugelform der Erde, dafs die Erscheinungen des Fortschreitens und der Stärke der Erschütterung sich an der Erdoberfläche ganz verschieden äufsern müssen, je nachdem der Ausgangspunkt der seismischen Störung in verschiedenen Tiefen gelegen ist. In der beistehenden Figur befinden sich alle Punkte, welche in demselben Augenblick und mit derselben Stärke erschüttert werden, auf der um das Vibrationscentrum S beschriebenen Kugelfläche aA. In derselben Zeit, in welcher sich die Erschütterung um die Strecke a b in der Tiefe fortpflanzt, würde sie sich auf der Oberfläche ungleich schneller um die Strecke AB weiter verbreiten. Betrachtet man noch weitere Kugelflächen mit Radien, die stets um dasselbe Stück bc, cd u. s. w. = ab gröfser werden, so erkennt man sofort, dafs die Fortpflanzung der Welle AB, BC, CD u. s. w. auf der Oberfläche eine beträchtlich schnellere ist, als im Erdkörper, und dafs bei gröfseren Tiefen ihre Verbreitung an der Oberfläche mit ungleichförmiger Geschwindigkeit erfolgen mufs. Liegt dagegen der Sitz der Erschütterung sehr nahe der Oberfläche, so sieht man, dafs dann die Fortpflanzungsgeschwindigkeit an der Oberfläche zwar nicht genau aber doch so ziemlich gleich bleibt und nicht merklich gröfser wird als die der Elasticität der Gesteine entsprechende ab, bc u. s. w.

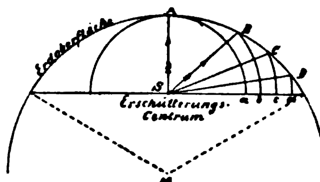


Fig. 1.

Ein um die Feststellung der mechanischen Verhältnisse der Erdbeben sehr verdienter englischer Physiker, Mallet, hat bei Veranlassung des grofsen Erdbebens, welches 1857 Calabrien heimsuchte, die ersten genauen Untersuchungen über die Fortpflanzung der Erschütterungen sowie über die Tiefe des Ausgangspunktes derselben angestellt. In der Neuzeit hat Milne in Japan durch gröfsere Mengen von Dynamit, die er in Höhlen von verschiedener Tiefe explodiren liefs, und durch den Fall schwerer Gewichte aus verschiedenen Höhen künstliche Bodenerschütterungen erzeugt (Nature, XXXII, 1885) und die Fortpflanzung derselben in Gesteinsmassen von verschiedener Elasticität zwischen 900—1400 m gefunden. Abbots Versuche bei Sprengungen (Amer. Journ. [III], Vol. XV, 1878) ergaben, dafs die Geschwindigkeit mit der Intensität des Stofses wächst, und dafs dieselbe mit fortschreitender Welle sehr schnell abnimmt. Eine Explosion von 100 kg Dynamit gab auf 1,6 km Entfernung 2690 m Geschw. in der Sekunde, auf 8 km nur 1626 m; dagegen 25 000 kg bei der grofsen Sprengung des Felsens zu Hallets Point im Hafen von New-York auf 13 km noch 2560 m, auf 22 km noch 1632 m. Dafs die Erschütterungen der oberen Bodenschichten auch durch die Natur der Oberfläche beeinflufst werden, haben neuere Untersuchungen von F. Fouqué und M. Lévy gezeigt. Schw.



Erdbebenforschung auf der Lick-Sternwarte.

Das Lick-Observatorium auf dem Mount Hamilton verfügt aufser seinem Schatze kostbarer astronomischer Instrumente auch über eine vollständige Kollektion der empfindlichen Erdbebenmesser Ewings, die seit 1887 unter der Leitung von Keeler stehen. Die an diesen Apparaten gemachten Beobachtungen werden vervollständigt durch die Aufzeichnungen zweier Stationen in San Francisco, sowie durch jene der Observatorien von Oakland, San José, Berkeley und Carson (Nev.), wodurch eine Uebersicht über die sämtlichen im Gebiete von Californien und den angrenzenden Staaten vorgekommenen Erdbeben erlangbar wird. Wir heben aus einem Artikel, den der Direktor der Sternwarte, Professor Holden, über die beobachteten Erdbeben des Jahres 1888 veröffentlicht hat, (Americ. Journ. of science, May 1889, p. 392), die als scharf bezeichneten Stöfse hervor:

1888	29. Februar (stark),	17. September,
	7. März,	5. Oktober,
	28. April (stark),	18. November.

Holden hat indessen auch jene sämtlichen verläfslichen Beobachtungen gesammelt, welche in Californien über Erdbeben in früheren Jahren gemacht worden sind, worüber er mehrfache Berichte gegeben hat.*) Seine Liste der zwischen 1769 und 1887 beobachteten Erdbeben**) zählt folgende zerstörende und folgende schwere Stöfse auf:

Zerstörende Erdbeben:

1800, 11—31. Oktober,	1857, 9. Januar,
1812, Oktober oder Dezember,	1865, 8. Oktober,
1818, ?	1867, 8. Januar,
1836, 9. u. 10. Juni,	1868, 21. Oktober,
1839, ?	1872, 26. März.

Schwere Stöfse.

1806, 24. März,	1856, im Dezember,
1812, 21. Dezember,	1858, 26. November,
1843, 23. Juni,	1861, 3. Juli,
1851, 15. Mai,	1864, 5. März,
1852, 9. November,	1865, 24. Mai,
1853, 1. Februar,	1866, 17. Februar,
„ 23. Oktober,	1868, 26. September,
1855, 24. Januar,	1869, 8. Oktober,
„ 10. Juli,	„ 26. Dezember,
1856, 2. Januar,	1873, 22. November,
„ 10. Januar,	1885, 30. Januar.
„ 15. Februar,	

Wir begnügen uns mit diesen Angaben, da sich Gelegenheit bieten wird, auf das reichhaltige Beobachtungsmaterial Holdens zurückzukommen. Es wäre lebhaft zu wünschen, wenn auch auf europäischen Sternwarten, namentlich solchen, die den erdbebenreichen Gegenden näher liegen, mit der selbständigen Aufzeichnung der an guten Seismographen gemachten Beobachtungen und der wissenschaftlichen

*) Earthquake intensity in San Francisco 1808—88 (Amer. Journ. of sc., June 1888).

**) List of recorded earthquakes in California, Lower-California, Oregon and Washington Territory. (Herausgegeb. v. d. Univers. Californien, 1887.)

Diskussion derselben begonnen würde. An der möglichsten Vermehrung solchen Materials und noch mehr an dessen eingehender Bearbeitung thut es sehr noth. *



Sonnenflecken-Minimum.

Rudolf Wolf, der bekannte verdienstvolle Erforscher der Sonnenoberfläche hat, wie sonst alljährlich, die Beobachtungen der Sonnenflecke des Jahres 1888 zusammengezogen, diskutirt und die mittlere Relativzahl der Häufigkeit dieser Flecke 6.7 gefunden („Astronom. Mitth. LXXIII"). Das Minimum, dem wir uns nach den Beobachtungen der letzten Jahre nähern,*) und welches Ende 1888 erwartet wurde, ist noch nicht eingetreten und Wolf ist geneigt, dasselbe auf das Spätjahr 1889, wenn nicht auf weiter hinaus, anzusetzen. Wolf hat auch aus umfassendem Beobachtungsmaterial früherer Zeit Schlüsse gezogen, welche jene von ihm schon längst erkannte grofse Periode betreffen, die neben der Hauptperiode von $11\frac{1}{9}$ Jahren in dem Auftreten der Flecke enthalten ist und mit der Häufigkeit der Nordlichter zusammenfällt. Er findet, dafs die Dauer dieser Periode mit $66\frac{2}{3}$, oder, ebenso zur Darstellung der Erscheinungen ausreichend, mit $83\frac{1}{3}$ Jahren angenommen werden kann. *



Ein neuer Hilfsapparat zur Beobachtung plötzlicher Phänomene wird in No. 224 des „American journal of science" von Prof. Langley beschrieben. Der Apparat, der leicht auch für Fadendurchgangsbeobachtungen anwendbar gemacht werden könnte, ist zunächst zur Beobachtung von Sternbedeckungen durch den Mond besonders geeignet. Er gestattet nach Langleys Ansicht, solche Momente ohne alle persönlichen Fehler leicht bis auf eine Hundertstelsekunde genau bestimmen zu können, eine Genauigkeit, die bei allen bisherigen Registrir-

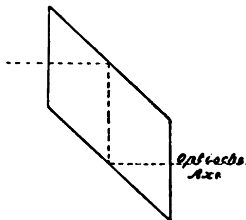


Fig. 2.

*) Die Wolfschen Relativzahlen der letzten Jahre waren:

1884	r = 67.4
1885	52.2
1886	25.4
1887	13.1
1888	6.7.

methoden wegen der Unbestimmtheit und Veränderlichkeit der sog. persönlichen Gleichung nie erreichbar sein würde. Langleys Apparat ermöglicht solche Genauigkeit durch die Anwendung eines neuen und sicherlich äufserst geistvoll ersonnenen Prinzips, welches die Frage nach dem Wann der Erscheinung umwandelt in eine solche nach dem Wo. Offenbar wird ja die Angabe des Ortes, wo man den Stern verschwinden oder aufblitzen sah, ungleich bestimmter ausfallen, als die des Zeitmomentes, wann es geschah; denn bei der Bestimmung des Ortes, wo man den Stern zuletzt oder zuerst sah, wird uns das stark ausgebildete Gedächtnifs für Gesichtswahrnehmungen wesentlich unterstützen. Die Anwendung dieses Prinzips wird nun in einfacher Weise dadurch möglich, dafs Langley vor dem Ocular des Fernrohrs ein parallelepipedisches Glasstück anbringt, welches die in der optischen Axe des Fernrohrs ankommenden Lichtstrahlen durch zweimalige totale Reflexion, wie die Zeichnung verdeutlicht, etwas seitlich verschiebt. Wird nun das Glasstück in Rotation um die optische Axe des Fernrohrs versetzt, so zwar, dafs eine Umdrehung eine Sekunde lang dauert, dann wird das Bild des Sterns im Zeitraum einer jeden Sekunde einen kleinen Kreis zu beschreiben scheinen. Mit Hilfe eines radialen Fadennetzes wird es dann aber leicht sein, durch Angabe der Position, wo der Stern erschien oder verschwand, den Bruchtheil der Sekunde mit grofser Genauigkeit zu ermitteln, während die Sekunde selbst durch den Chronographen zu bestimmen ist.

Bis jetzt hat der Apparat, der an das in einem der nächsten Hefte dieser Zeitschrift zu besprechende Montignysche Scintillometer erinnert, leider nur an künstlichen Sternen inbezug auf seine Leistungsfähigkeit geprüft werden können, wobei er sich indessen gut bewährt hat. Hoffentlich laufen bald auch Nachrichten über wirkliche Beobachtungen ein. Sicherlich ist es eine fruchtbare Idee, auf welche Herr Prof. Langley mit diesem neuen kleinen Instrument hingewiesen hat.

F. Kbr.



Zur Crollschen Theorie der alternirenden Eiszeiten.

James Croll, der in zahlreichen Schriften Beiträge zur wissenschaftlichen Begründung des Einflusses kosmischer Ursachen auf die Klimaänderungen geliefert hat, bestreitet in einer neueren Abhandlung: „On prevailing misconceptions regarding the evidence which we ought to expect of former glacial periods“ (Quart. Journ. of Geol.

Soc., May 1889), dafs der Mangel an direkten geologischen Zeugnissen die Unhaltbarkeit seiner auf astronomischen Grundlagen beruhenden Theorie der periodisch wiederkehrenden Eiszeiten darzuthun vermöge. Dieser Forscher geht von der Annahme aus, dafs das Hauptmoment einer Vereisung der beiden Erdhälften in der periodischen Veränderlichkeit der Excentricität der Erdbahn in Verbindung mit dem Vorrücken der Tag- und Nachtgleichen zu suchen sei.*) Wenn die Geologen mit ihren Bemühungen, geologische und paläontologische Belege für diese Theorie aus dem Studium der älteren Formationen zu erbringen, wenig Erfolg gehabt haben, so ist dies nach Crolls Ansicht naturgemäfs in dem Umstande begründet, dafs die Voraussetzung, die periodischen Eiszeiten müfsten in diesen Formationen Spuren hinterlassen haben, eine irrige ist. Denn man hat nach Merkmalen der Vereisung hauptsächlich auf den jetzigen Landoberflächen geforscht, trotzdem doch allgemein zugegeben wird, dafs diese Landoberflächen in früheren Zeitabschnitten der Erdgeschichte als solche nicht existirten. Die Gesamtmächtigkeit des geschichteten Gesteins von Grofsbritannien beträgt nach Prof. Ramsay etwa 14 engl. Meilen, aber im Bereiche dieses enormen Pfeilers von Ablagerungen findet man nur wenige ursprüngliche Landbildungen vor. Fast jede Formation von allgemeinerem Charakter ist unter der Einwirkung einer früheren Meeresbedeckung entstanden. Aus diesem Grunde kann die Wahrscheinlichkeit einer Aufdeckung von Spuren früherer Eiszeiten nur gering sein; diese müssen bei der Umwandlung ehemaliger Landgebiete in Meeresboden durch die mechanischen und chemischen Agentien des Wassers und der Luft völlig verwischt worden sein. Die ungeheuren Schuttmassen in den Thälern der Schweiz, Schottlands und Schwedens, welche zweifellos von den Berggipfeln durch die Gletscher der jüngsten Glacialperiode herabgeschafft worden sind, tragen nur selten die Spuren von Eiswirkungen an sich. Wenn nun schon hier die Abschmelzgewässer der Gletscher alle Anzeichen, wie Felsenschliffe und Gesteinsritzungen, beseitigt haben, um wieviel mehr, hebt Croll hervor, konnten die gewaltigen Ueberfluthungen ganzer Kontinente zur Auslöschung aller derjenigen Merkzeichen beitragen, von deren Aufdeckung der Geologe Anhaltspunkte für die Beurtheilung der wichtigen Frage nach der Wiederkehr der Eiszeiten erwartete. Anders steht es mit der Ein-

*) Einen Ueberblick über diese Theorie bieten die Werke Crolls: „Climate and Time," Lond. 1875, „Discussions on Climate and Cosmology," Edingb. 1885, und das in diesem Jahre erschienene Werk: „Stellar Evolution and its Relations to Geological Time."

bettung grofser erratischer Blöcke in den älteren Schichten; diese können, wenn sie in südlichen Breiten gefunden werden, als Zeugen einer heftigen Vereisung dienen. Aus dem Fehlen derselben, behauptet indessen Croll, lasse sich kein Argument gegen seine Theorie entnehmen, und wenn Nordenskiöld daraus geschlossen hat, dafs bis zum Schlusse der Miocänzeit in Grönland und Spitzbergen keine Vereisung stattgefunden habe, so läfst sich mit demselben Recht die Abwesenheit solcher Findlinge aus dem mächtigen Umfange der Vergletscherungen in den Polarregionen erklären.

Croll scheint demnach die Haltbarkeit seines Systems in der Strenge seiner theoretischen Ausführungen zu suchen. Dafs indessen dieselben sehr angreifbar sind, haben die Einwände gezeigt, welche von Newcomb (Amer. Journ. s. III., Vol. 11, 1876) und neuerdings von A. Woeikoff (Amer. Journ. Vol. 31, 1886) hiergegen erhoben worden sind.

Schw.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Oktober-November.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
17.	Oktob.	Letztes Viertel	10^h 41^m Ab.	2^h 33^m Nm.
24.	„	Neumond	6 3 Mg.	5 9 Ab.
27.	„	Erdnähe	10 14 Vm.	6 33 „
31.	„	Erstes Viertel	2 16 Nm.	10 45 „
7.	Nov.	Vollmond	4 41 „	6 25 Mg.
12.	„	Erdferne	7 30 Ab.	Mittags
15.	„	Letztes Viertel	10 38 „	1 35 Nm.

Maxima der Libration: 21. Oktober, 4. November.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Okt.	$13^h 37^m$	−12° 44'	7^h 16^m Mg.	5^h 8^m Ab.	11^h 20^m	+ 5° 45'	3^h 19^m Mg.	$4^h 31^m$ Nm.
16. „	13 21	— 9 52	6 40 „	4 54 Nm.	11 38	+ 3 55	3 31 „	4 23 „
20. „	13 7	— 7 0	5 54 „	4 40 „	11 56	+ 2 2	3 42 „	4 16 „
24. „	13 2	— 5 15	5 19 „	4 29 „	12 15	+ 0 8	3 55 „	4 9 „
28. „	13 7	— 5 1	5 2 „	4 18 „	12 33	— 1 47	4 8 „	4 2 „
1. Nov.	13 20	— 6 3	5 2 „	4 10 „	12 51	— 3 42	4 20 „	3 54 „
5. „	13 38	— 7 54	5 13 „	4 3 „	13 9	— 5 36	4 32 „	3 46 „
9. „	13 59	—10 8	5 30 „	3 54 „	13 28	— 7 29	4 45 „	3 39 „
13. „	14 23	—12 31	5 50 „	3 50 „	13 47	— 9 19	4 58 „	3 32 „

24. Oktober Sonnennähe. 16. Oktober Sonnennähe.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
16. Okt.	11h 5m	+ 7°22'	2h 42m Mg.	4h 10m Nm.	18h 11m	—23° 30'	0h 43m Nm.	8h 17m Ab.
22. „	11 18	+ 5 56	2 40 „	3 52 „	18 15	—23 30	0 23 „	7 57 „
28. „	11 32	+ 4 30	2 38 „	3 34 „	18 19	—23 29	0 4 „	7 38 „
3. Nov.	11 46	+ 3 4	2 35 „	3 17 „	18 23	—23 27	11 45 Vm.	7 19 „
9. „	11 59	+ 1 38	2 32 „	2 58 „	18 28	—23 24	11 26 „	7 0 „
15. „	12 12	+ 0 12	2 29 „	2 41 „	18 33	—23 21	11 6 „	6 42 „

12. November Sonnenferne.

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
16. Okt.	10h 14m	+12° 21'	1h 25m Mg.	3h 47m Nm.	13h 24m	— 8° 12'	6h 26m Mg.	5h 8m Nm.
24. „	10 17	+12 7	0 59 „	3 17 „	13 26	— 8 23	5 57 „	4 37 „
1. Nov.	10 19	+11 55	0 31 „	2 47 „	13 27	— 8 34	5 28 „	4 5 „
9. „	10 21	+11 45	0 3 „	2 17 „	13 29	— 8 45	5 0 „	3 35 „
17. „	10 23	+11 37	11 31 Ab.	1 46 „	13 31	— 8 55	4 31 „	3 4 „

Elongation des Saturntrabanten Titan: 13. Nov. östl. Elong.*)

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Okt.	4h 10m	+ 19° 20'	6h 48m Nm.	10h 38m Vm.
28. „	4 9	+ 19 16	5 48 „	9 38 „
12. Nov.	4 7	+ 19 12	4 48 „	9 36 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

24. Oktob.	II. Trab.	Verfinst.	Austritt	7h 16m	Ab.
24. „	I. „	„	„	7 29	„
9. Nov.	I. „	„	„	5 48	Nm.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.
(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
3. Novemb.	* 30 Piscium	4.8m	10h 51m Ab.	12h Mittern.
4. „	* 33 „	5.0	0 56 Morg.	1 40m Morg.

*) Ein sehr selten stattfindendes Phänomen, eine Verfinsterung des Saturntrabanten Japetus durch den Schatten des Ringsystem des Saturn, hat A. Marth für den 1. und 2. Nov. angezeigt. Der Satellit wird am ersteren Tage etwa Abends 9h in dem Schatten verschwinden und am 2. Nov. Nachmittags 4h daraus hervortreten. Für uns ist die Möglichkeit einer Beobachtung der Erscheinung nicht voraussichtlich.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1889 Rectas.			Declin.	
R Cancri	30. Oktob.	6m	11.12m	8h	10m	27s	+ 12°	4'
R Crateris	3. Nov.	8	9	10	55	7	− 17	44
S Urs. maj.	26. Okt.	7.8	11	12	39	4	+ 61	42
R Ophiuchi	25. „	7.8	12	17	1	23	− 15	56
T Herculis	6. Nov.	7	12	18	4	53	+ 31	0
R Lyrae	21. Okt.	4.3	4.6	18	51	57	+ 43	48
T Sagittarii	27. „	7.8	11	19	9	52	− 17	10
R Pegasi	13. Nov.	7	12	23	1	6	+ 9	57
R Cassiop.	26. Okt.	5	12	23	52	45	+ 50	46

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 20., 25., 30. Okt., 4., 9., 14. Nov. Morg.
Algol . . 18. Okt. Mitt., 24. Mg., 29. Ab., 4. Nov. Nm., 10. Mg.
U Coronae . . 21. Okt. Mg., 28. Mg., 4. Nov. Mg., 11. Mg.
U Ophiuchi . (Jedes 4. Min.): 17. Okt. Mitt., 20. Ab., 24. Mg., 27. Nm., 30. Ab., 3. Nov. Mg., 6. Nm., 9. Ab., 13. Mg.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 16. Okt. Mg., 20. Nm., 25. Mg., 29. Nm., 3. Nov. Mg., 7. Nm., 12. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 24. Okt.
β Lyrae . . 20. Okt., 2., 14., Nov.
η Aquilae . . 18., 25. Okt., 2., 9. Nov.
δ Cephei . . 16., 22., 27. Okt., 1., 7., 12. Nov.

6. Meteoriten.

In die erste Hälfte des Monats November fallen noch die „Leoniden", ein Schwarm, der sich hauptsächlich zwischen dem 9. bis 17. Nov. zeigt, am 13. Nov. sein Maximum erreicht und aus einem Punkte im grofsen Löwen, 10 Grad nördlich vom Regulus, seinen Ausgang nimmt.*) Der Schwarm wird in den Morgenstunden gesehen werden können.

Auch im „Stier" zeigen sich während des gröfsten Theils des Monats November in der Gegend bei AR = 60°, D = + 20° Meteorströme.

7. Nachrichten über Kometen.

Die Beobachtungen des Barnardschen Juni-Kometen dürften gegenwärtig abgeschlossen sein, da der Komet bereits im August sehr schwach gewesen ist.

Der Brooksche Juli-Komet ist uns dadurch ein interessantes Objekt geworden, dafs sich seine anfänglich als parabolisch vermuthete Bewegung jetzt als elliptisch erweist. Der Komet kam am 27. August der Sonne am nächsten und vollendet seinen Umlauf um dieselbe in $12\frac{1}{3}$ Jahren. Während einige Beobachter die im vorigen Hefte notirte Theilung dieses Kometen nicht oder nur mit Schwierigkeiten haben konstatiren können, ist am 6. August der

*) Radiationspunkt AR = 150°, D = + 23°.

Komet in Wien vierfach gesehen worden. Uebrigens liegen von der Lick-Sternwarte nähere Mittheilungen über Messungen vor, welche Barnard an den mehrfachen Köpfen oder besser den die Hauptmasse zusammensetzenden Nebelbegleitern, gemacht hat.

Für den Davidsonschen Kometen ergeben die verschiedenen mit einander recht gut harmonirenden Bahnelemente eine parabolische Bahn mit der Sonnennähe am 19. Juli. Mitte August war der Komet zwischen 7.—8. Gröfse, besafs einen hellen fächerförmigen und einen schwachen Nebenschweif. Das Objekt war auch in kleineren Fernrohren gut sichtbar. Die Helligkeit hat gegenwärtig bereits sehr abgenommen.



Hinzufügungen zu dem Artikel „Die helikalischen Nebel".

Als bereits der erste Bogen des gegenwärtigen Heftes im Druck war, erhielten wir von Herrn Prof. Holden noch folgende Zusätze zu seinem höchst interessanten Artikel über die wahre Form der Spiral-Nebel im Raume. Den Bemerkungen zu dem Verzeichnifs der Nebel auf S. 5 u. f. ist demnach hinzuzufügen:

Lassels Figur.	G. K. No.	Bemerkungen.
2	600	Der Positions-Winkel der Axe der typischen Spirale beträgt 280°, die Höhe über dem Papiere von 70—75°.
12 (b)	1861	Vergl. die letzte Zeichnung der Fig. 2. Der Kern des Nebels ist wahrscheinlich dadurch verursacht, dafs zwei Schlingen der Helix sich kreuzen.
17	2890	Innere Spirale: Positions-Winkel 120°, Höhe der Axe von 80—85°; äufsere Spirale: Positions-Winkel 120°, Höhe 80°. Producirt man die innere Spirale und dreht dann die typische Helix in der Richtung SW. NE. um 90°, während ihre Axe in derselben Ebene verbleibt, so pafst sich das Modell auch der äufseren Spirale an.
27	3572 M. 51	Innere Spirale P = 150°, H = 85—90°; äufsere Spirale P = 150°, H = 80°. Drehe die typische Helix in der Richtung NW. SE. nahezu 180° aus der Lage, in welcher sie sich der äufseren Spirale anpafst, und sie wird sich auch der inneren Spirale anpassen.
28	3606	Ist der Kern dadurch verursacht, dafs sich zwei Zweige der Helix kreuzen?
		NB. Beachte, dafs der Positions-Winkel der Axe der typischen Helix für beide Spiralen von G. C. 2890 und für beide Spiralen von G. C. 3572 derselbe ist.





Rudolph Röttger, Erdbeben. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, begründet von Virchow und Holtzendorff. Neue Folge, IV. Serie, 74. 42 Seiten. 1889.

Wenn irgend etwas an dieser seltsamen Publikation verwunderlich erscheint, so ist es sicherlich die Aufnahme in eine Sammlung, welche sonst eifrig bemüht war, für den Zweck allgemeiner Belehrung nur abgeklärtes, sicher festgestelltes Wissen ihren Lesern darzubieten, nicht aber dieselben mit der Aufführung luftiger Hypothesengebäude zu unterhalten.

Im ganzen gewinnt man den Eindruck, dafs es dem Verfasser mit seinen Hypothesen nicht so sehr um Förderung der wissenschaftlichen Erkenntnifs des noch so viele Probleme darbietenden Mechanismus der Erdbeben zu thun ist, als um die Einsammlung des Zolles der Bewunderung für seine kühnen Prophezeiungen, die durch delphischen Orakelstil ihre strenge wissenschaftliche Begründung in vollendetster Weise zu ersetzen wissen. Wem letzteres als zu viel gesagt erscheint, der möge unbefangen folgende Prophezeiung auf Seite 40 daraufhin ansehen: „Die Spannung in der Aetna-Island-Linie untermischt mit Oscillationen, die auf den Osten deuten, und Westschwankungen hält an. Im engeren Aetnagebiet setzt sich die einleitende Thätigkeit fort, und diese wird die Witterung bei uns noch weiter beeinflussen.“ Dergleichen Prophezeiungen finden sich in der kleinen Abhandlung eine ganze Anzahl, zu ihrer Begründung dermafsen umrahmt von einem gänzlich kritiklos zusammengerafften Haufen aller möglichen Erdbeben, Vulkanausbrüche, Stürme, Gewitter, plötzlicher Temperaturschwankungen, abnormer Niederschläge u. s. w., dafs der Leser aus Respekt vor diesem kalibanmäfsig zusammengeschleppten Material alles glaubt, weil er sich nicht mehr unter demselben zurechtzufinden vermag.

Schält man die Grundidee des Verfassers bei Abfassung seiner Erdbebenprognosen aus dem umgebenden Wust von Ereignissen und Prophezeiungen heraus, so beruht sie im wesentlichen auf der Annahme, dafs jedes Erdbeben resp. jeder Vulkanausbruch auf seiner Antipodengegend von einem ähnlichen Ereignifs begleitet resp. gefolgt ist, dafs ferner auf den, durch den Erdkörper gezogenen Verbindungslinien thätiger resp. früher thätig gewesener Vulkane seismische Vorgänge zu erwarten sind. Hauptsächlich stützt er sich aber auf die Beobachtung einer von ihm konstruirten „Zwillingsmagnetnadel“, deren Bewegungen ihm gestatten, auf die durch elektrische Ströme hervorgerufenen Störungen im Erdkörper, und dadurch nach seiner Ansicht veranlafste Erdbeben Schlüsse zu ziehen.

Bei diesen, doch noch recht unzulänglichen Grundlagen seiner Prophezeihungen ist es billig zu verwundern, dafs, während der Verfasser mit strengster Logik und unerbittlicher Kritik gegen die Auswüchse journalistischer Phantasie in der Unterstützung Falbscher Prognosen öfter zu Felde gezogen ist, er von den Schwächen seines Systems keine Vorstellung zu haben scheint.

Die Idee, elektrische resp. magnetische Erdströme als Ursache der Erdbeben anzunehmen, ist übrigens durchaus nicht neu, und ist z. B. schon früher

von A. Ch. W. Scheffler ausgesprochen und durch theoretische Betrachtungen unterstützt worden, welche eine ganz andre Herrschaft über die Mathematik beweisen, als die „Berechnungen" Röttgers, „bei denen die Halbkreisentfernung zu Grunde liegt." (S. 22.)

Wir wollen durchaus nicht für unmöglich hinstellen, dafs nicht auch eine der oben angedeuteten Kombinationen einmal eintreten kann, sondern meinen vor allen Dingen, dafs, so lange nicht an dem gesamten bis jetzt vorliegenden Beobachtungsmaterial der Beweis, dafs es so sein mufs, wirklich geführt worden ist, es zum mindesten voreilig ist, daraufhin Prophezeihungen vom Stapel zu lassen — da sie alsdann nicht in wissenschaftlicher Erkenntnifs, sondern in einer lebhaften Phantasie ihren Ursprung haben. Es trifft wohl auch hierfür noch die Bemerkung von Peschel-Leipolt (Phys. Erdkunde I. 1879 S. 260): „Uebrigens dürfte ein derartiger Griff jetzt, wo wir über die Flegeljahre des Vulkanismus hinaus sind, wohl nur Heiterkeit erwecken, denn da die Erde an verschiedenen Punkten täglich mehrere Male erschüttert wird, und es etliche Vulkane giebt, die beständig speien, so kann man sagen: kein Erdbeben ohne Vulkanausbruch, kein Vulkanausbruch ohne Erdbeben."

Dafs der Verfasser über die physikalischen Vorgänge zu keinen klaren Vorstellungen gelangt ist, dürften wohl folgende Zeilen zur Genüge beweisen: „Der Aequator als Ellipse bewegt sich excentrisch um einen wechselnden Schwerpunkt, der nicht in der Polaraxe liegt." Die unregelmäfsige Form des Erdkörpers wird vom Verfasser als eine Hauptursache seismischer Vorgänge angesehen. „Es erscheint nun dies als ein kosmisches Bewegungsgesetz für die Planeten, analog dem mechanischen, wonach eine Ortsbewegung nur durch Excentricität und fortwährenden Wechsel des Schwerpunkts erzielt werden kann, während der Kreis als passives Mittelglied zwischen zwei Bewegungen oder Kräften dasteht" (S. 8). „Wie wäre z. B. die Sonne im stande, wie es wiederholt vorkommt, im Dezember in Lappland eine Temperaturerhöhung von 24° in ebensoviel Stunden hervorzurufen, wenn nicht die Selbstthätigkeit der Erde dazu träte!" (S. 9). Dr. Ernst Wagner.

A. Krebs. Beiträge zur Kenntnifs und Erklärung der Gewittererscheinungen auf Grund der Aufzeichnungen über die Gewitter Hamburgs in den Jahren 1873—87. 31 Seiten. Frankfurt a. M. 1889.

Der Zusammenhang der Gewitter mit plötzlichen Aenderungen im Gange der Temperatur und des Luftdrucks wird eingehend behandelt; der Temperaturfall bei Taggewittern wird ebenso wie das Steigen der Temperatur bei Nachtgewittern durch die mit Gewittern verbundene Bewölkung erklärt. Aus den verschiedenen Formen der Barographenaufzeichnungen während des Gewitters, (den sogen. „Gewitternasen") leitet der Verfasser die Sätze ab: „Alle Gewitter bilden sich aus der mechanischen Einwirkung mindestens zweier Depressionen. Der Ort der Gewitterbildung liegt an der Stelle der gröfsten Einwirkung dieser Depressionen aufeinander, also zwischen denselben, auf einem Gebiete höheren Drucks."

Leider hat der Verfasser nur die Resultate, nicht aber das Material seiner Untersuchungen veröffentlicht, so dafs man für die allgemeine Giltigkeit derselben kein rechtes Mafs besitzt, aufserdem dürfte es sich als nothwendig erweisen, dieselben auch durch Betrachtung von Gewittern, welche über gröfsere Gebiete zu verfolgen sind, zu verifiziren. E. W.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die neuere Witterungskunde und die Lehre von der Niederschlagsbildung.

Von Professor **Wilhelm von Bezold,**
Direktor des kgl. meteorologischen Instituts zu Berlin.

(Schlufs.)

Ein aufsteigender feuchter Luftstrom ist demnach eine aufserordentlich ergiebige Niederschlagsquelle, und thatsächlich bedarf es nur einmal dieser Erkenntnifs, um beinahe die gesamten Erscheinungen der Niederschlagsbildung mit einem Blicke zu übersehen.

Fafst man nämlich unter Benutzung von Regenkarten oder geeigneter Aufzeichnungen jene Stellen ins Auge, an welchen reichliche Niederschläge fallen, so findet man als besonders bevorzugte Gebiete:

Erstens: innerhalb der Tropen die sogenannte Calmenzone d. h. jenen schmalen Gürtel, der zwischen den beiden Passatregionen dem höchsten Sonnenstande folgend innerhalb des Jahres hin und her schwankt und die reichlichen tropischen Regen bringt. Dies ist aber eben die Zone des stärksten aufsteigenden Stromes, da ihr unten von beiden Seiten her fortgesetzt Luft zuströmt, die oben wieder abfliefsen mufs, wenn dieses Zuströmen andauern soll, wie es doch thatsächlich der Fall ist.

Zweitens: überall dort, wo sich Gebirge den herrschenden Winden entgegenstellen und diese dadurch zum Aufsteigen zwingen, und zwar auf der dem Winde zugewendeten Seite.

Drittens: die Umgebung der Stellen geringsten Luftdruckes, die sogenannten barometrischen Depressionsgebiete, die insbesondere in den gemäfsigten Zonen im Vorüberziehen die Niederschläge bringen.

Den zuerst hervorgehobenen Fällen hat man schon längst die Aufmerksamkeit geschenkt, und auch den Zusammenhang mit dem

Aufsteigen der Luft richtig erkannt, wenn auch die Ursache der Abkühlung irrthümlicher Weise in der Mischung der unteren und oberen Luftschichten gesucht wurde.

Dagegen war man über die Ursache der Wolken- und Niederschlagsbildung über aufsertropischen Meeren oder über dem Flachlande noch bis vor wenigen Jahrzehnten völlig im unklaren, und noch heut zu Tage sind, wie schon bemerkt, die früheren irrigen Anschauungen gerade über diese alltäglichen Vorgänge weiter verbreitet, als man für möglich halten sollte.

Verleitet durch die einfachen Verhältnisse in den Tropen, wo an der Erdoberfläche, beziehungsweise über den Meeren, fortgesetzt von beiden Seiten Luft als Nordost- und als Südost-Passat der schon erwähnten Trennungszone zuströmt, während sie oben als Südwest und Nordwest nach den Polen hin abfliefst, glaubte man dieses einfache Zirkulationssystem auch auf die höheren Breiten übertragen zu dürfen. Dementsprechend betrachtete man jeden Wind aus nördlicher oder östlicher Richtung als einen Theil des später in den Passat übergehenden sogenannten Polarstromes, jeden südlichen, südwestlichen oder westlichen aber als einen Ausläufer des in den Tropen oben fliefsenden, dem Pole zustrebenden Rückstromes, des sogenannten Aequatorialstromes.

In dieser Auffassung erblickte man zugleich den Schlüssel zu der Erklärung der Thatsache, dafs in dem gröfsten Theile von Europa die meisten Niederschläge bei westlichen Winden beobachtet werden.

Da nämlich der aufsteigende Strom in der Calmenzone unten sehr warm und sehr feucht ist, legte man diese Eigenschaften auch der Fortsetzung desselben, dem Aequatorialstrom bei, und sagte, dieser feuchte und warme Strom kühle sich bei dem Uebergange in höhere Breiten ab, sinke infolge dessen zur Erde und gebe zugleich das mitgebrachte Wasser ab. Hierbei übersah man aber, dafs er dies bereits in der Tropenzone in der Form der gewaltigen tropischen Regen gethan hat, dafs er überdies, wie alle Beobachtungen auf Bergen oder in Luftballons zeigen, und wie auch die Theorie es fordert, in der Höhe kalt ist, und dafs endlich ein Luftstrom im Herabsinken sich erwärmen mufs und deshalb niemals Niederschlag bringen kann.

Ganz anders verhält es sich, wenn man die Untersuchung statt an einem fingirten Windsysteme an der Hand der täglichen Wetterkarten ausführt.

Diese Karten lehren, dafs man bei Beurtheilung der Witterungsverhältnisse vor allem die Vertheilung des Luftdruckes ins Auge zu

fassen hat, und dafs man hierbei wiederum in erster Linie auf jene Stellen zu achten hat, an denen das Barometer tiefer oder höher steht, d. h. der Luftdruck kleiner oder gröfser ist als ringsumher.

Solche Stellen niedrigsten Druckes mit der dazu gehörigen Umgebung nennt man barometrische Minima oder Depressionen, auch Cyklonen, die Gebiete hohen Druckes aber Maxima oder Anticyklonen.

Angenommen nun, es bezeichne in der beistehenden Fig. 3 die Stelle, an welcher „Tief“ eingeschrieben ist, das Centrum einer Depression, während man bei dem Worte „Hoch“ den höchsten Luftdruck, also den Kern des Maximums zu suchen habe,*) so werden diese Stellen auf der nördlichen Halbkugel in der Weise von Winden umkreist, wie die Pfeile es versinnlichen.

Dies lehrt, dafs dem Gebiete niedrigen Druckes an der Erdoberfläche, denn nur auf diese bezieht sich die Zeichnung, fortgesetzt Luft zuströmt, während sie aus dem Maximum ausströmt.

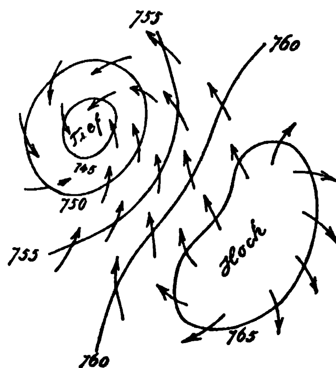


Fig. 3.

Da nun ein solches System von Depressionen und Anticyklonen, selbst wenn es sich als Ganzes weiterbewegt, doch in sich lange fortbestehen kann, so folgt daraus von selbst, dafs die unten in die Depression einströmende Luft oben wieder abfliefsen mufs und dafs umgekehrt im Gebiete des Maximums Luft oben nachströmen mufs.

Man hat es demnach in der Depression mit einem aufsteigenden, im Maximum aber mit einem absteigenden Strom zu thun und demnach im ersteren Falle Trübung und Niederschläge, im zweiten heitern Himmel und Trockenheit zu erwarten, dies ist aber nichts anderes als der Ausdruck der Thatsachen, die man in jeder Wetterkarte wiedergespiegelt findet.

Die fundamentale Eigenthümlichkeit der Gebiete hohen und niedrigen Druckes als Träger heiteren und trokenen oder trüben und niederschlagsreichen Wetters erklärt sich demnach genau ebenso, wie das verschiedene Verhalten des über ein hohes Gebirge hinziehenden Luftstromes zu beiden Seiten desselben.

Das Verständnifs der nur an eng begrenzten Stellen der Erde auftretenden Föhnerscheinungen liefert mithin, wie schon Eingangs

*) Die eingezeichneten Linien sind die sogenannten Isobaren, die beigesetzten Ziffern bezeichnen die entsprechenden Barometerstände.

bemerkt, den Schlüssel für die Erklärung der alltäglichsten, unser ganzes Thun und Treiben, sowie unser Wohlbefinden so kräftig beeinflussenden Vorgänge.

Ein einziger Punkt ist es, der anfänglich Zweifel aufkommen lassen könnte an der vollkommenen Analogie der beiderlei Erscheinungen.

Der Föhn ist am Ende seines absteigenden Astes immer warm und trocken, am Grunde des barometrischen Maximums hingegen, wo ja auch der absteigende Strom die Erdoberfläche trifft, herrscht zur Winterszeit die bitterste Kälte.

Ist dies nicht ein schreiender Widerspruch, schroff genug, die ganze Theorie über den Haufen zu werfen?

Beinahe möchte es so scheinen, wenn nicht bei näherer Betrachtung die Sache sich ins Gegentheil verwandeln und gerade den schönsten Beweis für die Richtigkeit der entwickelten Anschauung liefern würde.

Man darf nämlich nicht vergessen, dafs zwischen dem Vorgange beim Föhn und dem Luftaustausche zwischen Cyklone und Anticyklone bei aller Aehnlichkeit doch immerhin einige wesentliche Unterschiede bestehen.

Beim Föhn liegen auf- und absteigender Ast dicht neben einander, die Luft, welche über den Kamm des Gebirges herübergesogen wird, stürzt nach dem Ueberschreiten desselben sofort auf der anderen Seite herab.

Dabei wird das Herabstürzen noch durch die Form der Thäler an einzelnen Stellen besonders begünstigt, und thatsächlich entwickelt sich der Föhn auch nur dort in seinen charakteristischen Eigenthümlichkeiten, wo die Bodengestaltung durch Einengung die Geschwindigkeit des Absturzes besonders steigert.

Ganz anders bei dem Austausche zwischen Cyklone und Anticyklone, da erfolgen Auf- und Absteigen an weit voneinander getrennten Orten. Die Depression kann sich noch inmitten des atlantischen Oceans befinden, während die zugehörige Anticyklone über den Alpen lagern mag.

Dabei findet die Luft für das Auf- und Absteigen das breiteste Bett vor sich und wird sie sich deshalb gerade in diesen Theilen ihrer Bahn aufserordentlich langsam bewegen, wenigstens sofern man nur den vertikalen Sinn der Bewegung ins Auge fafst.

Während demnach beim Föhn die Wärmeaufnahme von aufsen her oder die Wärmeabgabe nach aufsen vollkommen in den Hinter-

grund treten müssen, so spielen diese Vorgänge bei dem Luftaustausche zwischen Cyklone und Anticyklone eine hervorragende Rolle.

Diese Aufnahme und Abgabe aber erfolgt hauptsächlich durch Bestrahlung von der Sonne und durch Ausstrahlung gegen den Weltraum.

Dabei überwiegt die Einstrahlung am Tage und im Sommer, die Ausstrahlung in der Nacht und im Winter.

Ein- und Ausstrahlung ist am kräftigsten an der oberen Begrenzungsfläche der Wolken und an der Erdoberfläche.

An klaren Wintertagen und noch mehr in wolkenlosen Winternächten, und solche giebt es eben nur unter der Herrschaft barometrischer Maxima, wird die Erdoberfläche oder die in dünner Lage über sie gebreitete Nebelschicht sich aufserordentlich stark abkühlen, und mufs es deshalb am Boden sehr kalt werden, selbst wenn der absteigende Strom sich vorher erwärmt hatte.

Man hat mithin zu erwarten, dafs es unter diesen Bedingungen in höheren Luftschichten weit wärmer sei, als in der Tiefe, während sonst im allgemeinen und insbesondere zur Sommerzeit das Gegentheil stattfindet.

Diese Forderung der Theorie wird in gewissem Sinne schon dadurch bestätigt, dafs an solchen Tagen die Condensation des Wasserdampfes nicht in der Höhe als Wolke sondern in der Tiefe als Bodennebel erfolgt, so dafs die Bezeichnung eines „klaren“ Tages häufig nur für höher gelegene Punkte zutrifft, während die Niederungen in dichten Nebel gehüllt sind.

Viel nachdrücklicher aber ist ihre Richtigkeit durch die während der letzten Jahrzehnte gesammelten Erfahrungen auf Bergobservatorien und im Luftballon erwiesen worden. Zwar erzählten schon früher die Bewohner der hochgelegenen Alpendörfer oder einzelner Gehöfte, dafs es bei ihnen im Winter „viel feiner“ sei als in den tief eingeschnittenen Thälern oder im Flachlande. Sie fanden jedoch mit dieser Angabe bei den sommerlichen Touristen — und früher gab es nur solche — wenig Glauben; ist doch dort oben selbst im Juli die Luft so kühl und frisch und weifs doch jedermann, wie häufig der Senne schon im September durch den Schnee gezwungen wird, die Alm zu verlassen, und wie lange es dauert, bis der Frühling dort oben wieder einkehrt!

Seitdem aber die meteorologische Forschung weiter und weiter in die Höhen vorgedrungen ist, und Bergobservatorien errichtet wurden, und seitdem mit der Erleichterung des Verkehrs auch die Wanderlust mehr und mehr gestiegen ist, so dafs Bergtouren im Winter nicht mehr

zu den Seltenheiten gehören, da hat man erkannt, wie wohl begründet diese Angaben der Alpenbewohner sind, und wie die sogenannte „Temperaturumkehr“ unter der Herrschaft winterlicher Anticyklonen keine Ausnahme, sondern Regel ist.

In der allerauffallendsten Weise trat sie in den ungewöhnlich kalten Wintern von 1879/80 und 1880/81 auf.

So war z. B. in dem Zeitraume vom 16. bis 28. Dezember 1879 um 2 Uhr Nachmittag die Mitteltemperatur in Klagenfurt —13°.0 C., auf dem um 1600 Meter höher gelegenen Obirgipfel —1°.2, mithin war es oben beinahe um 12 Grade wärmer als unten. Für Ischl und den 1310 Meter höheren Schafberg waren die entsprechenden Temperaturen —7°.8 und +0°.6 also wiederum eine Differenz zu Gunsten des Berges und zwar um nahezu 8°.

In demselben Winter sah Hr. Trautwein auf dem Kranzhorn an der Grenze von Bayern und Tyrol in einer Höhe von 1365 Meter bei einer Temperatur von +6° Ameisen an ihrem Baue beschäftigt und Eidechsen sich sonnend, während in München bei 516 Meter Meereshöhe alles vor Frost starrte.

Auch bei den viel geringeren Höhenunterschieden, wie sie die deutschen Mittelgebirge darbieten, begegnet man derselben Erscheinung, wenngleich in verkleinertem Mafsstabe, und so gehört sie heute unter die allgemein anerkannten Thatsachen, für welche man, wie schon bemerkt, den Namen der „Temperaturumkehr“ eingeführt hat.

Bei der Erklärung derselben, die sich zwar im allgemeinen der oben gegebenen anschlofs, legte man jedoch immer besonders Gewicht auf die Bodengestaltung und betrachtete die ganze Erscheinung ähnlich wie den Föhn als eine spezifische Eigenthümlichkeit der Gebirgsländer.

Die Theorie fordert jedoch hier wie dort das Auftreten ähnlicher Erscheinungen allenthalben, soferne man es nur mit absteigenden Strömen zu thun hat; natürlich immer mit entsprechenden Modifikationen.

Es ist deshalb als ganz besonders erfreulich zu bezeichnen, dafs in neuester Zeit der Nachweis der Temperaturumkehrungen auch für das Flachland geliefert worden ist, und zwar mit Hülfe des Luftballons.

Abgesehen von verschiedenen Fällen, in welchen Luftschiffer während ruhiger klarer Wintertage schon nach dem blofsen Gefühle die Temperaturzunahme mit der Höhe erkennen konnten, wurde bei einer am 19. Dezember 1888 von Berlin aus unternommenen Ballonfahrt für 1000 Meter Erhebung eine Zunahme um 8° mit Schärfe nachgewiesen.

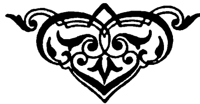
Der scheinbare Widerspruch gegen die Theorie, den man auf den ersten Blick in dem Verhalten ruhiger klarer, wenn auch in den

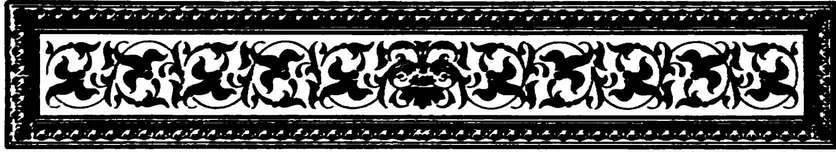
Niederungen nebliger Wintertage finden konnte, verwandelt sich demnach bei ruhigerer Betrachtung und tieferem Eindringen in einen der glänzendsten Beweise für die Richtigkeit der aus der mechanischen Wärmetheorie geschöpften Anschauungen.

Dies wenige mag genügen, um eine Vorstellung davon zu erwecken, wie die Methode streng physikalischer Forschung seit einigen Jahrzehnten auch in die Witterungskunde eingedrungen ist, und wie fruchtbar sie sich dabei erwiesen hat.

Vielleicht bietet sich später noch einmal Gelegenheit, diesen tief gehenden Einflufs noch an einem weit umfassenderen Beispiel darzuthun und zu zeigen, wie sich unter der Einwirkung dieser Anschauungen die ganze Lehre von der „atmosphärischen Zirkulation" umgestaltet hat.

Dann wird man sehen, in welchem Umfange es bisher gelungen ist, die alte schematische Passattheorie durch eine neue den Thatsachen entsprechende Lehre von den atmosphärischen Strömungen zu ersetzen, die wenn auch zunächst nur in grofsen Zügen entworfen, doch schon gestattet, das Bild von den ewigen Bewegungen des Luftmeeres mit ungleich klareren und schärferen Strichen zu zeichnen, als man es noch vor wenigen Jahren ahnen konnte.





Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektricität.

Ein Vortrag gehalten bei der
62. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Heidelberg.

Von Heinrich Hertz,[1])
Professor der Physik an der Universität Bonn.

Hochansehnliche Versammlung!

Wenn von Beziehungen zwischen Licht und Elektricität die Rede ist, denkt der Laie zunächst an das elektrische Licht. Mit diesem Gegenstand hat indessen unser heutiger Vortrag nichts zu thun. Dem Physiker fallen dabei eine Reihe zarter Wechselwirkungen zwischen beiden Kräften ein, etwa die Drehung der Polarisationsebene durch den Strom, oder die Aenderung von Leitungswiderständen durch das Licht. In diesen treffen indes Licht und Elektricität nicht unmittelbar zusammen, zwischen beide grofsen Kräfte tritt als Vermittler ein Drittes, die ponderabele Materie. Auch mit dieser Gruppe von Erscheinungen wollen wir uns nicht befassen. Es giebt andere Beziehungen zwischen beiden Kräften, inniger, enger als die bisher erwähnten. Die Behauptung, welche ich vor Ihnen vertreten möchte, sagt geradezu aus: Das Licht ist eine elektrische Erscheinung, das Licht an sich, alles Licht, das Licht der Sonne, das Licht einer Kerze, das Licht eines Glühwurms. Nehmt aus der Welt die Elektricität, und das Licht verschwindet, nehmt aus der Welt den lichttragenden Aether, und die elektrischen und magnetischen Kräfte können nicht mehr den Raum überschreiten. Dies ist unsere Behauptung. Sie ist nicht von heute und gestern; sie hat schon eine längere Geschichte hinter sich. Ihre

---

[1]) Anm. der Red. Angesichts der hohen Wichtigkeit der in diesem Vortrage dargestellten Thatsachen und Ausblicke auf das gesamte Gebiet der Kraftwirkungen, hat die Redaktion sich entschlossen von ihrem bisher streng innegehaltenen Prinzip, nur Originalartikel zu bringen, abzuweichen. Gegenwärtiger Vortrag wird wenige Tage vor dem Erscheinen des vorliegenden Heftes als Broschüre im Buchhandel (Bonn, Emil Strauss) herausgegeben werden.

Geschichte giebt ihre Begründung. Eigene Versuche von mir, welche sich auf diesen Gegenstand beziehen, bilden nur ein Glied in einer längeren Kette. Und von der Kette, nicht allein von dem einzelnen Gliede möchte ich Ihnen erzählen. Nicht leicht ist es freilich, von diesen Dingen zugleich verständlich und völlig zutreffend zu reden. Die Vorgänge, von welchen wir handeln, haben ihren Tummelplatz im leeren Raume, im freien Aether. Diese Vorgänge sind an sich unfafsbar für die Hand, unhörbar für das Ohr, unsichtbar für das Auge; der inneren Anschauung, der begrifflichen Verknüpfung sind sie zugänglich, aber nur schwer der sinnlichen Beschreibung. So viel wie möglich wollen wir daher versuchen, an die Anschauungen und Vorstellungen anzuknüpfen, welche wir schon besitzen. Rufen wir uns also zurück, was wir vom Licht und der Elektricität Sicheres wissen, ehe wir versuchen, beide miteinander in Verbindung zu setzen.

Was ist denn das Licht? Seit den Zeiten Youngs und Fresnels wissen wir, dass es eine Wellenbewegung ist. Wir kennen die Geschwindigkeit der Wellen, wir kennen ihre Länge, wir wissen, dafs es Transversalwellen sind; wir kennen mit einem Worte die geometrischen Verhältnisse der Bewegung vollkommen. An diesen Dingen ist ein Zweifel nicht mehr möglich, eine Widerlegung dieser Anschauungen ist für den Physiker undenkbar. Die Wellentheorie des Lichtes ist, menschlich gesprochen, Gewifsheit; was aus derselben mit Nothwendigkeit folgt, ist ebenfalls Gewifsheit. Es ist also auch gewifs, dafs aller Raum, von dem wir Kunde haben, nicht leer ist, sondern erfüllt mit einem Stoffe, welcher fähig ist, Wellen zu schlagen, dem Aether. Aber so bestimmt auch unsere Kenntnisse von den geometrischen Verhältnissen der Vorgänge in diesem Stoffe sind, so unklar sind noch unsere Vorstellungen von der physikalischen Natur dieser Vorgänge, so widerspruchsvoll zum Theil unsere Annahmen über die Eigenschaften des Stoffes selbst. Naiv und unbefangen hatte man von vornherein die Wellen des Lichtes, sie mit denen des Schalles vergleichend, als elastische Wellen angesehen und behandelt. Nun sind aber elastische Wellen in Flüssigkeiten nur in der Form von Longitudinalwellen bekannt. Elastische Transversalwellen in Flüssigkeiten sind nicht bekannt, sie sind nicht einmal möglich, sie widersprechen der Natur des flüssigen Zustandes. Also war man zu der Behauptung gezwungen, der raumerfüllende Aether verhalte sich wie ein fester Körper. Betrachtete man dann aber den ungestörten Lauf der Gestirne und suchte sich Rechenschaft von der Möglichkeit des-

selben zu geben, so war wiederum die Behauptung nicht zu umgehen, der Aether verhalte sich wie eine vollkommene Flüssigkeit. Neben einander bildeten beide Behauptungen einen für den Verstand schmerzhaften Widerspruch, welcher die schön entwickelte Optik entstellte. Suchen wir denselben nicht zu bemänteln; wenden wir uns vielmehr der Elektricität zu, vielleicht dafs ihre Erforschung uns auch zur Hebung dieser Schwierigkeit verhilft.

Was ist denn die Elektricität? Das ist allerdings eine grosse Frage. Sie erregt Interesse weit über die Grenzen der engeren Wissenschaft hinaus. Die meisten, welche sie stellen, zweifeln dabei nicht an der Existenz der Elektricität an sich, sie erwarten eine Beschreibung, eine Aufzählung der Eigenschaften und Kräfte dieses wunderbaren Stoffes. Für den Fachmann hat die Frage zunächst die andere Form: Giebt es denn überhaupt Elektricitäten? Lassen sich die elektrischen Erscheinungen nicht wie alle anderen Erscheinungen allein auf die Eigenschaften des Aethers und der ponderabeln Materie zurückführen? Wir sind weit davon entfernt, darüber entschieden zu haben, diese Frage bejahen zu können. In unserer Vorstellung spielt sicherlich die stofflich gedachte Elektricität eine grofse Rolle. Und in der Redeweise vollends herrschen heutzutage noch unumschränkt die althergebrachten, Allen geläufigen, uns gewissermafsen liebgewordenen Vorstellungen von den beiden sich anziehenden und abstofsenden Elektricitäten, welche mit ihren Fernwirkungen wie mit geistigen Eigenschaften begabt sind. Die Zeit, in welcher man diese Vorstellungen ausbildete, war die Zeit, in welcher das Newtonsche Gravitationsgesetz seine schönsten Triumphe am Himmel feierte, die Vorstellung von unvermittelten Fernwirkungen war den Geistern geläufig. Die elektrischen und magnetischen Anziehungen folgten dem gleichen Gesetze wie die Wirkung der Gravitation; was Wunder, wenn man glaubte, durch Annahme einer ähnlichen Fernwirkung die Erscheinungen in einfachster Weise erklärt, dieselben auf den letzten erkennbaren Grund zurückgeführt zu haben. Freilich wurde das anders, als im gegenwärtigen Jahrhundert die Wechselwirkungen zwischen elektrischen Strömen und Magneten hinzukamen, welche unendlich viel mannigfaltiger sind, in welchen die Bewegung, die Zeit, eine so grofse Rolle spielt. Man wurde gezwungen, die Zahl der Fernwirkungen zu vermehren, an ihrer Form herumzubessern. Dabei ging die Einfachheit, die physikalische Wahrscheinlichkeit mehr und mehr verloren. Durch das Aufsuchen umfassender einfacher Formen, sogenannter Elementargesetze, suchte man diese wiederzuerlangen. Das

berühmte Webersche Gesetz ist der wichtigste Versuch dieser Art. Man mag über die Richtigkeit desselben denken, wie man will, die Gesamtheit dieser Bestrebungen bildete ein in sich geschlossenes System voll wissenschaftlichen Reizes; wer einmal in den Zauberkreis desselben hineingerathen war, bleibt in demselben gefangen. War der eingeschlagene Weg gleichwohl eine falsche Fährte, so konnte Warnung nur kommen von einem Geiste von grofser Frische, der wie von neuem unbefangen den Erscheinungen entgegentrat, der wieder ausging von dem, was er sah, nicht von dem, was er gehört, gelernt, gelesen hatte. Ein solcher Geist war Faraday. Faraday hörte zwar sagen, dafs bei der Elektrisirung eines Körpers man etwas in ihn hineinbringe, aber er sah, dafs die eintretenden Aenderungen nur aufserhalb sich bemerkbar machten, durchaus nicht im Innern. Faraday wurde gelehrt, dafs die Kräfte den Raum einfach übersprängen, aber er sah, dafs es von gröfstem Einflusse auf die Kräfte war, mit welchem Stoff der angeblich übersprungene Raum erfüllt war. Faraday las, dafs es Elektricitäten sicher gebe, dafs man aber über ihre Kräfte sich streite, und doch sah er, wie diese Kräfte ihre Wirkungen greifbar entfalteten, während er von den Elektricitäten selbst nichts wahrzunehmen vermochte. So kehrte sich in seiner Vorstellung die Sache um. Die elektrischen und magnetischen Kräfte selber wurden ihm das Vorhandene, das Wirkliche, das Greifbare; die Elektricität, der Magnetismus wurden ihm Dinge, über deren Vorhandensein man streiten kann. Die Kraftlinien, wie er die selbständig gedachten Kräfte nannte, standen vor seinem geistigen Auge im Raume als Zustände desselben, als Spannungen, als Wirbel, als Strömungen, als was auch immer — das vermochte er selbst nicht anzugeben, — aber da standen sie, beeinflufsten einander, schoben und drängten die Körper hin und her, und breiteten sich aus, von Punkt zu Punkt einander die Erregung mittheilend. Auf den Einwand, wie denn im leeren Raume andere Zustände als vollkommene Ruhe möglich seien, konnte er antworten: Ist denn der Raum leer? Zwingt uns nicht schon das Licht, ihn als erfüllt zu denken? Könnte nicht der Aether, welcher die Wellen des Lichtes leitet, auch fähig sein, Aenderungen aufzunehmen, welche wir als elektrische und magnetische Kräfte bezeichnen? Wäre nicht sogar ein Zusammenhang zwischen diesen Aenderungen und jenen Wellen denkbar? Könnten nicht die Wellen des Lichtes etwas wie Erzitterung solcher Kraftlinien sein? Soweit etwa kam Faraday in seinen Anschauungen, seinen Vermuthungen. Beweisen konnte er dieselben nicht. Eifrig suchte er nach Beweisen.

Untersuchungen über den Zusammenhang von Licht, Magnetismus, Elektricität waren Lieblingsgegenstände seiner Arbeit. Der schöne Zusammenhang, welchen er fand, war nicht derjenige, welchen er suchte. Auch suchte er weiter, und nur sein höchstes Alter machte diesen Bestrebungen ein Ende. Unter den vielen Fragen, welche er sich beständig aufwarf, kehrte immer wieder die Frage, ob die elektrischen und magnetischen Kräfte Zeit zu ihrer Ausbreitung nöthig hätten. Wenn wir einen Magneten plötzlich durch den Strom erregen, wird seine Wirkung sofort bis zu den gröfsten Entfernungen verspürt? Oder trifft sie zunächst die benachbarten Nadeln, dann die folgenden, endlich die ganz entfernten? Wenn wir einen Körper in schneller Abwechslung umelektrisiren, schwankt dann die Kraft in allen Entfernungen gleichzeitig? Oder treffen die Schwankungen um so später ein, je mehr wir uns von dem Körper entfernen? In letzerem Falle würde sich die Wirkung der Schwankung als eine Welle in den Raum ausbreiten. Giebt es solche Wellen? Faraday erhielt keine Anwort mehr auf diese Fragen. Und doch ist ihre Beantwortung aufs engste mit seinen Grundvorstellungen verknüpft. Wenn es Wellen elektrischer Kraft giebt, die unbekümmert um ihren Ursprung im Raume forteilen, so beweisen sie uns aufs deutlichste den selbständigen Bestand der Kräfte, welche sie bilden. Dafs diese Kräfte den Raum nicht überspringen, sondern von Punkt zu Punkt fortschreiten, können wir nicht besser beweisen, als indem wir ihren Fortschritt von Augenblick zu Augenblick thatsächlich verfolgen. Auch sind die aufgeworfenen Fragen der Beantwortung nicht unzugänglich, es lassen sich wirklich diese Dinge durch sehr einfache Versuche angreifen. Wäre es Faraday vergönnt gewesen, den Weg zu diesen Versuchen aufzuspüren, so hätten seine Anschauungen sogleich die Herrschaft davongetragen. Der Zusammenhang von Licht und Elektricität wäre dann von Anfang an so hell hervorgetreten, dafs er selbst weniger scharfsichtigen Augen als den seinen nicht hätte entgehen können.

Indessen ein so leichter und schneller Weg war der Wissenschaft nicht beschieden. Die Versuche gaben einstweilen keine Auskunft, und auch der Theorie lag ein Eingehen in Faradays Gedankenkreis zunächst fern. Die Behauptung, dafs elektrische Kräfte unabhängig von ihren Elektricitäten bestehen könnten, widersprach geradewegs den herrschenden elektrischen Theorien. Ebenso wies die herrschende Optik entschieden den Gedanken ab, es könnten die Wellen des Lichtes auch wohl anderer als elastischer Natur sein. Der Versuch, die eine oder die andere dieser Behauptungen eingehender zu

behandeln, mufste fast als müfsige Spekulation erscheinen. Wie sehr müssen wir also den glücklichen Geist eines Mannes bewundern, welcher zwei Vermuthungen, die jede für sich so ferne lagen, so mit einander zu verknüpfen wufste, dafs sie sich gegenseitig stützten, und dafs das Ergebnifs eine Theorie war, welcher man die innere Wahrscheinlichkeit von vorn herein nicht absprechen konnte. Der Mann, von welchem ich rede, war der Engländer Maxwell. Man kennt seine im Jahre 1865 veröffentlichte Arbeit unter dem Namen der elektromagnetischen Lichttheorie. Man kann diese wunderbare Theorie nicht studiren, ohne bisweilen die Empfindung zu haben, als wohne den mathematischen Formeln selbständiges Leben und eigener Verstand inne, als seien dieselben klüger als wir, klüger sogar als ihr Erfinder, als gäben sie uns mehr heraus, als seinerzeit in sie hineingelegt wurde. Es ist dies auch nicht geradezu unmöglich; es kann eintreten, wenn nämlich die Formeln richtig sind, über das Mafs dessen hinaus, was der Erfinder sicher wissen konnte. Freilich lassen sich solche umfassenden und richtigen Formeln nicht finden, ohne dafs mit dem schärfsten Blicke jede leise Andeutung der Wahrheit aufgefafst wird, welche die Natur durchscheinen läfst. Es liegt für den Kundigen auf der Hand, welcher Andeutung hauptsächlich Maxwell folgte. War dieselbe doch auch andern Forschern aufgefallen und hatte diese, Riemann und Lorenz, zu verwandten, wenn auch nicht ebenso glücklichen Spekulationen angeregt. Es war der folgende Umstand. Bewegte Elektricität übt magnetische Kräfte, bewegter Magnetismus elektrische Kräfte aus, welche Wirkungen indessen nur bei sehr grofsen Geschwindigkeiten merklich werden. In die Wechselbeziehungen zwischen Elektricität und Magnetismus treten also Geschwindigkeiten ein, und die Constante, welche diese Beziehungen beherrscht und in denselben beständig wiederkehrt, ist selber eine Geschwindigkeit von ungeheurer Gröfse. Sie war auf verschiedenen Wegen, zuerst durch Kohlrausch und Weber, aus rein elektrischen Versuchen bestimmt worden und hatte sich, soweit es überhaupt die schwierigen Versuche erkennen liefsen, gleich gezeigt einer andern wichtigen Geschwindigkeit, der Geschwindigkeit des Lichtes. Es mochte das Zufall sein, aber einem Jünger Faradays konnte es nicht so erscheinen. Ihm mufste es eine Folge davon sein, dafs derselbe Aether die elektrischen Kräfte und das Licht übermittelt. Die beiden fast gleich gefundenen Geschwindigkeiten mufsten in Wahrheit genau gleich sein. Dann aber fand sich die wichtigste optische Constante in den elektrischen Formeln bereits vor. Dies war das Band, welches Max-

well zu verstärken suchte. Er erweiterte die elektrischen Formeln in der Weise, dafs sie alle bekannten Erscheinungen, aber neben denselben auch eine unbekannte Klasse von Erscheinungen enthielten, elektrische Wellen. Diese Wellen wurden dann Transversalwellen, deren Wellenlänge jeden Werth haben konnte, welche sich aber im Aether stets mit gleicher Geschwindigkeit, der Lichtgeschwindigkeit, fortpflanzten. Und nun konnte Maxwell darauf hinweisen, dafs es Wellen von eben solchen geometrischen Eigenschaften in der Natur ja wirklich gäbe, wenn wir auch nicht gewohnt sind, sie als elektrische Erscheinungen zu betrachten, sondern sie mit einem besondern Namen, als Licht, bezeichnen. Leugnete man freilich Maxwells elektrische Theorie, so fiel jeder Grund fort, seinen Ansichten in Betreff des Lichtes beizutreten. Oder hielt man fest daran, dafs das Licht eine Erscheinung elastischer Natur sei, so verlor seine elektrische Theorie den Boden unter sich. Trat man aber unbekümmert um bestehende Anschauungen an das Gebäude heran, so sah man einen Theil den andern stützen wie die Steine eines Gewölbes, und das Ganze schien über einem tiefen Abgrund des Unbekannten hinweg das Bekannte zu verbinden. Die Schwierigkeit der Theorie erlaubte freilich nicht sogleich, dafs die Zahl ihrer Jünger sehr grofs wurde. Wer aber einmal sie durchdacht hatte, wurde ihr Anhänger und suchte eifrig fortan ihre ersten Voraussetzungen, ihre letzten Folgerungen zu prüfen. Die Prüfung durch den Versuch mufste sich freilich lange Zeit auf einzelne Behauptungen, auf das Aufsenwerk der Theorie beschränken. Ich verglich soeben die Maxwellsche Theorie mit einem Gewölbe, welches eine Kluft unbekannter Dinge überspannt. Darf ich in diesem Bilde noch fortfahren, so würde ich sagen, dafs Alles, was man lange Zeit zur Kräftigung dieses Gewölbes zu thun vermochte, darin bestand, dafs man die beiden Widerlager verstärkte. Das Gewölbe ward dadurch in den Stand gesetzt, sich selber dauernd zu tragen, aber es hatte doch eine zu grofse Spannweite, als dafs man es hätte wagen dürfen, auf ihm als sicherer Grundlage nun weiter in die Höhe zu bauen. Hierzu waren besondere Hauptpfeiler nothwendig, welche, vom festen Boden aus aufgemauert, die Mitte des Gewölbes fafsten. Einem solchen Pfeiler wäre der Nachweis zu vergleichen gewesen, dafs wir aus dem Lichte unmittelbar elektrische oder magnetische Wirkungen erhalten können. Dieser Pfeiler hätte unmittelbar dem optischen, mittelbar dem elektrischen Theile des Gebäudes Sicherheit verliehen. Ein anderer Pfeiler wäre der Nachweis gewesen, dafs es Wellen elektrischer oder magnetischer Kraft giebt, welche sich nach

Art der Lichtwellen ausbreiten können. Dieser Pfeiler hätte umgekehrt unmittelbar den elektrischen, mittelbar den optischen Theil gestützt. Eine harmonische Vollendung des Gebäudes wird den Aufbau beider Pfeiler erfordern, für das erste Bedürfnifs aber genügt einer von ihnen. Der erstgenannte hat noch nicht in Angriff genommen werden können; für den letztgenannten aber ist es nach langem Suchen endlich geglückt, einen sicheren Stützpunkt zu finden; das Fundament ist in genügender Breite gelegt; ein Theil des Pfeilers steht schon aufgemauert da, und unter der Arbeit vieler hülfreicher Hände wird er bald die Decke des Gewölbes erreichen und demselben die Last des nun weiter zu errichtenden Gebäudes abnehmen. An dieser Stelle war ich so glücklich, an der Arbeit Antheil nehmen zu können. Diesem Umstande verdanke ich die Ehre, dafs ich heute zu Ihnen reden darf; er wird mich also auch entschuldigen, wenn ich nunmehr Ihre Aufmerksamkeit ganz auf diesen einen Theil des Gebäudes hinzulenken versuche. Freilich zwingt mich alsdann die Kürze dieser Stunde, entgegen der Gerechtigkeit, die Arbeiten vieler Forscher kurzweg zu überspringen; ich kann Ihnen nicht zeigen, in wie mannigfaltiger Weise meine Versuche vorbereitet waren, wie nahe einzelne Forscher der Ausführung derselben bereits gekommen sind.

War es denn wirklich so schwer, nachzuweisen, dafs elektrische und magnetische Kräfte Zeit zu ihrer Ausbreitung brauchen? Konnte man nicht eine Leydener Flasche entladen und direkt beobachten, ob die Zuckung eines entfernten Elektroscops etwas später erfolgte? Genügte es nicht, in gleicher Absicht auf eine Magnetnadel zu achten, während man in einiger Entfernung plötzlich einen Elektromagneten erregte? In der That hat man diese oder ähnliche Versuche früher auch wohl angestellt, ohne indessen einen Zeitunterschied zwischen Ursache und Wirkung wahrzunehmen. Einem Anhänger der Maxwellschen Theorie mufs das freilich als das nothwendige Ergebnifs erscheinen, bedingt durch die ungeheure Geschwindigkeit der Ausbreitung. Die Ladung einer Leydener Flasche, die Kraft eines Magneten können wir schliefslich nur auf mäfsige Entfernungen wahrnehmen, sagen wir auf zehn Meter. Einen solchen Raum durchfliegt das Licht, also nach der Theorie auch die elektrische Kraft in dem dreifsigmillionsten Theil der Secunde. Ein derartiges Zeittheilchen können wir unmittelbar nicht messen, nicht wahrnehmen. Aber schlimmer als das, es stehen uns nicht einmal Zeichen zu Gebote, welche fähig wären, eine solche Zeit mit hinreichender Schärfe zu begrenzen. Wenn wir eine Länge bis auf den zehnten Theil des Milli-

meters genau messen wollen, dürfen wir ihren Anfang nicht durch einen breiten Kreidestrich bezeichnen. Wenn wir eine Zeit auf den tausendsten Theil der Secunde genau bestimmen wollen, so ist es widersinnig, ihren Beginn durch den Schlag einer grofsen Glocke anzeigen zu wollen. Die Entladungszeit einer Leydener Flasche ist nun allerdings für unsere gewöhnlichen Begriffe verschwindend kurz. Aber das ist sie sicherlich schon, wenn sie etwa den dreifsigtausendsten Theil der Secunde füllt. Und doch wäre sie alsdann für unseren gegenwärtigen Zweck noch mehr als tausendmal zu lang. Doch legt uns hier die Natur ein feineres Mittel nahe. Wir wissen seit lange, dafs der Entladungsschlag einer Leydener Flasche kein gleichförmig ablaufender Vorgang ist, dafs er sich, ähnlich dem Schlage einer Glocke, zusammensetzt aus einer grofsen Zahl von Schwingungen, von hin- und hergehenden Entladungen, welche sich in genau gleichen Perioden folgen. Die Elektricität ist im stande, elastische Erscheinungen nachzuahmen. Die Dauer jeder einzelnen Schwingung ist viel kleiner, als die der Gesamtentladung, man kann auf den Gedanken kommen, die einzelne Schwingung als Zeichen zu benützen. Aber leider füllten die kürzesten beobachteten Schwingungen immer noch das volle Millionstel der Secunde. Während eine solche Schwingung verlief, breitete sich ihre Wirkung schon über dreihundert Meter aus, in dem bescheidenen Raume eines Zimmers mufste sie als gleichzeitig mit der Schwingung empfunden werden. So konnte aus Bekanntem Hülfe nicht gefunden werden, eine neue Erkenntnifs mufste hinzukommen. Was hinzukam, war die Erfahrung, dafs nicht allein die Entladung der Flaschen, dafs vielmehr unter besonderen geeigneten Umständen die Entladung jedes beliebigen Leiters zu Schwingungen Anlafs giebt. Diese Schwingungen können viel kürzer sein, als die der Flaschen. Wenn Sie den Conductor einer Elektrisirmaschine entladen, erregen Sie Schwingungen, deren Dauer zwischen dem hundertmillionsten und dem tausendmillionsten Theil der Secunde liegt. Freilich folgen sich diese Schwingungen nicht in lang anhaltender Reihe, es sind wenige, schnell verlöschende Zuckungen. Es wäre besser für unsere Versuche, wenn dies anders wäre. Aber die Möglichkeit des Erfolges ist uns schon gewährt, wenn wir auch nur zwei oder drei solcher scharfen Zeichen erhalten. Auch im Gebiete der Akustik können wir mit klappernden Hölzern eine dürftige Musik erzeugen, wenn uns die gedehnten Töne der Pfeifen und Saiten versagt sind.

Wir haben jetzt Zeichen, für welche der dreifsigmillionste Theil der Secunde nicht mehr kurz ist. Aber dieselben würden uns noch

wenig nützen, wenn wir nicht im stande wären, ihre Wirkung bis in die beabsichtigte Entfernung von etwa zehn Metern auch wirklich wahrzunehmen. Es giebt hierfür ein sehr einfaches Mittel. Dorthin, wo wir die Kraft wahrnehmen wollen, bringen wir einen Leiter, etwa einen geraden Draht, welcher durch eine Funkenstrecke unterbrochen ist. Die rasch wechselnde Kraft setzt die Elektricität des Leiters in Bewegung und lässt einen Funken in demselben auftreten. Auch dies Mittel mufste durch die Erfahrung selbst an die Hand gegeben werden, die Ueberlegung konnte es nicht wohl voraussehen. Denn die Funken sind mikroskopisch kurz, kaum ein hundertstel Millimeter lang; ihre Dauer beträgt noch nicht den millionsten Theil der Secunde. Es erscheint unmöglich, fast widersinnig, dafs sie sollten sichtbar sein, aber im völlig dunklen Zimmer für das geschonte Auge sind sie sichtbar. An diesem dünnen Faden hängt das Gelingen unseres Unternehmens. Zunächst drängt sich uns eine Fülle von Fragen entgegen. Unter welchen Umständen werden unsere Schwingungen am stärksten? Sorgfältig müssen wir diese Umstände aufsuchen und ausnützen. Welche Form geben wir am besten dem empfangenden Leiter? Wir können gerade, wir können kreisförmige Drähte, wir können Leiter anderer Form wählen, die Erscheinungen werden immer etwas anders ausfallen. Haben wir die Form festgesetzt, welche Gröfse wählen wir? Schnell zeigt sich, dafs dieselbe nicht gleichgültig ist, dafs wir nicht jede Schwingung mit demselben Leiter untersuchen können, dafs Beziehungen zwischen beiden bestehen, welche an die Resonanzerscheinungen der Akustik erinnern. Und schliefslich, in wie viel verschiedenen Lagen können wir nicht einen und denselben Leiter in die Schwingungen halten! Bald sehen wir dann die Funken stärker ausfallen, bald schwächer werden, bald ganz verschwinden. Ich darf es nicht wagen, Sie von diesen Einzelheiten unterhalten zu wollen, im grofsen Zusammenhange sind es Nebensachen. Aber es sind nicht Nebensachen für den Arbeiter auf diesem Gebiete. Es sind die Eigenthümlichkeiten seines Werkzeuges. Wie sehr der Arbeiter sein Werkzeug kennt, davon hängt ab, was er mit demselben ausrichtet. Das Studium des Werkzeuges, das Eingehen in die erwähnten Fragen bildete denn auch den Haupttheil der zu bewältigenden Arbeit. Nachdem dieser Theil erledigt war, bot sich der Angriff auf die Hauptfrage von selber dar. Geben Sie einem Physiker eine Anzahl Stimmgabeln, eine Anzahl Resonatoren, und fordern Sie ihn auf, Ihnen die zeitliche Ausbreitung des Schalles nachzuweisen, er wird selbst in dem beschränkten Raume eines Zimmers

keine Schwierigkeiten finden. Er stellt eine Stimmgabel beliebig im Zimmer auf, er horcht mit dem Resonator an den verschiedenen Stellen des Raumes herum und achtet auf die Schallstärke. Er zeigt, wie dieselbe in einzelnen Punkten sehr klein wird; er zeigt, wie dies daher rührt, dafs hier jede Schwingung aufgehoben wird durch eine andere später abgegangene, welche auf einem kürzeren Wege zum gleichen Ziele gelangt ist. Wenn ein kürzerer Weg weniger Zeit erfordert, als ein längerer, so ist die Ausbreitung eine zeitliche. Die gestellte Aufgabe ist gelöst. Aber unser Akustiker zeigt uns nun weiter, wie die stillen Stellen periodisch in gleichen Abständen sich folgen; er mifst daraus die Wellenlänge, und wenn er die Schwingungsdauer der Gabel kennt, erhält er daraus auch die Geschwindigkeit des Schalles. Nicht anders, sondern genau so verfahren wir mit unseren elektrischen Schwingungen. An die Stelle der Stimmgabel setzen wir den schwingenden Leiter. Anstatt des Resonators ergreifen wir unseren unterbrochenen Draht, den wir aber auch als elektrischen Resonator bezeichnen. Wir bemerken, wie derselbe in einzelnen Stellen des Raumes Funken enthält, in anderen funkenfrei ist; wir sehen, wie sich die todten Stellen nach festen Gesetzmässigkeiten periodisch folgen — die zeitliche Ausbreitung ist erwiesen, die Wellenlänge mefsbar geworden. Man wirft die Frage auf, ob die gefundenen Wellen Longitudinal- oder Transversalwellen seien. Wir halten unsern Draht in zwei verschiedenen Lagen in dieselbe Stelle der Welle; das eine Mal spricht er an, das andere Mal nicht. Mehr bedarf es nicht; die Frage ist entschieden, es sind Transversalwellen. Man fragt nach ihrer Geschwindigkeit. Wir multipliciren die gemessene Wellenlänge mit der berechneten Schwingungsdauer und finden eine Geschwindigkeit, welche der des Lichtes verwandt ist. Bezweifelt man die Zuverlässigkeit der Berechnung, so bleibt uns noch ein anderer Weg. Die Geschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten ist ebenfalls ungeheuer grofs, mit dieser können wir die Geschwindigkeit unserer Wellen in der Luft unmittelbar vergleichen. Aber die Geschwindigkeit elektrischer Wellen in Drähten ist seit langer Zeit direct gemessen. Es war dies eher möglich, weil sich diese Wellen auf viele Kilometer hin verfolgen lassen. So erhalten wir indirect eine rein experimentelle Messung auch unserer Geschwindigkeit, und wenn das Resultat auch nur roh ausfällt, so widerspricht es doch nicht dem bereits erhaltenen.

Alle diese Versuche sind im Grunde sehr einfach, aber sie führen doch die wichtigsten Folgerungen mit sich. Sie sind vernichtend für jede Theorie, welche die elektrischen Kräfte als zeitlos den Raum

überspringend ansieht. Sie bedeuten einen glänzenden Sieg der Theorie Maxwells. Nicht mehr verbindet dieselbe unvermittelt weit entlegene Erscheinungen der Natur. Wem ihre Anschauung über das Wesen des Lichtes vorher nur die mindeste Wahrscheinlichkeit zu haben schien, dem ist es jetzt schwer, sich dieser Anschauung zu erwehren. Insoweit sind wir am Ziel. Aber vielleicht läfst sich hier die Vermittlung der Theorie sogar entbehren. Unsere Versuche bewegten sich schon hart an der Höhe des Passes, welcher nach der Theorie das Gebiet des Lichtes mit dem der Elektricität verbindet. Es liegt nahe, einige Schritte weiter zu gehen und den Abstieg in das Gebiet der bekannten Optik zu versuchen. Die Ausschaltung der Theorie wird nicht überflüssig sein. Es giebt viele Freunde der Natur, welche sich für das Wesen des Lichtes interessiren, welche dem Verständnisse einfacher Versuche nicht unzugänglich sind, und welchen gleichwohl die Theorie Maxwells ein Buch mit sieben Siegeln ist. Aber auch die Oekonomie der Wissenschaft fordert, dafs Umwege vermieden werden, wo ein gerader Weg möglich ist. Können wir mit Hülfe elektrischer Wellen unmittelbar die Erscheinungen des Lichtes herstellen, so bedürfen wir keiner Theorie als Vermittlerin; die Verwandtschaft tritt aus den Versuchen selbst hervor. Solche Versuche sind in der That möglich. Wir bringen den Leiter, welcher die Schwingungen erregt, in der Brennlinie eines sehr grofsen Hohlspiegels an. Es werden dadurch die Wellen zusammengehalten, und treten als kräftig dahineilender Strahl aus dem Hohlspiegel aus. Freilich können wir diesen Strahl nicht unmittelbar sehen, noch fühlen; seine Wirkung äufsert sich dadurch, dafs er Funken in den Leitern erregt, auf welche er trifft. Er wird für unser Auge erst sichtbar, wenn sich dasselbe mit einem unserer Resonatoren bewaffnet. Im übrigen ist er ein wahrer Lichtstrahl. Wir können ihn durch Drehung des Spiegels in verschiedene Richtungen senden, wir können durch Aufsuchung des Weges, welchen er nimmt, seine geradlinige Ausbreitung erweisen. Bringen wir leitende Körper in seinen Weg, so lassen dieselben den Strahl nicht hindurch, sie werfen Schatten. Dabei vernichten sie den Strahl aber nicht, sie werfen ihn zurück; wir können den reflektirten Strahl verfolgen und uns überzeugen, dafs die Gesetze der Reflexion die der Reflexion des Lichtes sind. Auch brechen können wir den Strahl, in gleicher Weise wie das Licht. Um einen Lichtstrahl zu brechen, leiten wir ihn durch ein Prisma, er wird dadurch von seinem geraden Wege abgelenkt. Ebenso verfahren wir hier und mit dem gleichen Erfolge. Nur müssen wir hier entsprechend den Dimensionen der

Wellen und des Strahles ein sehr grofses Prisma nehmen; wir stellen dasselbe also aus einem billigen Stoffe her, etwa Pech oder Asphalt. Endlich aber können wir sogar diejenigen Erscheinungen an unserm Strahle verfolgen, welche man bisher einzig und allein am Lichte beobachtet hat, die Polarisationserscheinungen. Durch Einschiebung eines Drahtgitters von geeigneter Struktur in den Weg des Strahles lassen wir die Funken in unserm Resonator aufleuchten oder verlöschen, genau nach den gleichen geometrischen Gesetzmäfsigkeiten, nach welchen wir das Gesichtsfeld eines Polarisationsapparates durch Einschieben einer Krystallplatte verdunkeln oder erhellen.

Soweit die Versuche. Bei Anstellung derselben stehen wir schon ganz und voll im Gebiete der Lehre vom Lichte. Indem wir die Versuche planen, indem wir sie beschreiben, denken wir schon nicht mehr elektrisch, wir denken optisch. Wir sehen nicht mehr in den Leitern Ströme fliefsen, Elektricitäten sich ansammeln; wir sehen nur noch die Wellen in der Luft, wie sie sich kreuzen, wie sie zerfallen, sich vereinigen, sich stärken und schwächen. Von dem Gebiete rein elektrischer Erscheinungen ausgehend, sind wir Schritt vor Schritt zu rein optischen Erscheinungen gelangt. Die Pafshöhe ist überschritten; der Weg senkt, ebnet sich wieder. Die Verbindung zwischen Licht und Elektricität, welche die Theorie ahnte, vermuthete, voraussah, ist hergestellt, den Sinnen fafslich, dem natürlichen Geiste verständlich. Von dem höchsten Punkte, den wir erreicht haben, von der Pafshöhe selbst, eröffnet sich uns ein weiter Einblick in beide Gebiete. Sie erscheinen uns gröfser, als wir sie bisher gekannt. Die Herrschaft der Optik beschränkt sich nicht mehr auf Aetherwellen, welche kleine Bruchtheile des Millimeters messen, sie gewinnt Wellen, deren Länge nach Decimetern, Metern, Kilometern rechnen. Und trotz dieser Vergröfserung erscheint sie uns von hier gesehen nur als ein kleines Anhängsel am Gebiete der Elektricität. Dieses letztere gewinnt am meisten. Wir erblicken Elektricität an tausend Orten, wo wir bisher von ihrem Vorhandensein keine sichere Kunde hatten. In jeder Flamme, in jedem leuchtenden Atome sehen wir einen elektrischen Prozefs. Auch wenn ein Körper nicht leuchtet, so lange er nur noch Wärme strahlt, ist er der Sitz elektrischer Erregungen. So verbreitet sich das Gebiet der Elektricität über die ganze Natur. Es rückt auch uns selbst näher, wir erfahren, dafs wir in Wahrheit ein elektrisches Organ haben, das Auge. Dies ist der Ausblick nach unten, zum Besondern. Nicht minder lohnend erscheint von unserm Standpunkt der Ausblick nach oben, zu den hohen Gipfeln, den allgemeinen

Zielen. Da liegt nahe vor uns die Frage nach den unvermittelten Fernwirkungen überhaupt. Giebt es solche? Von vielen, welche wir zu besitzen glaubten, bleibt uns nur eine, die Gravitation. Täuscht uns auch diese? Das Gesetz, nach welchem sie wirkt, macht sie schon verdächtig. In anderer Richtung liegt nicht ferne die Frage nach dem Wesen der Elektricität. Von hier gesehen verbirgt sie sich hinter der bestimmteren Frage nach dem Wesen der elektrischen und magnetischen Kräfte im Raume. Und unmittelbar an diese anschliefsend erhebt sich die gewaltige Hauptfrage nach dem Wesen, nach den Eigenschaften des raumerfüllenden Mittels, des Aethers, nach seiner Struktur, seiner Ruhe oder Bewegung, seiner Unendlichkeit oder Begrenztheit. Immer mehr gewinnt es den Anschein, als überrage diese Frage alle übrigen, als müsse die Kenntnis des Aethers uns nicht allein das Wesen der ehemaligen Imponderabilien offenbaren, sondern auch das Wesen der alten Materie selbst und ihrer innersten Eigenschaften, der Schwere und der Trägheit. Die Quintessenz uralter physikalischer Lehrgebäude ist uns in den Worten aufbewahrt, dafs Alles, was ist, aus dem Wasser, aus dem Feuer geschaffen sei. Der heutigen Physik liegt die Frage nicht mehr ferne, ob nicht etwa Alles, was ist, aus dem Aether geschaffen sei? Diese Dinge sind die äufsersten Ziele unserer Wissenschaft, der Physik. Es sind, um in unserm Bilde zu verharren, die letzten, vereisten Gipfel ihres Hochgebirges. Wird es uns vergönnt sein, jemals auf einen dieser Gipfel den Fufs zu setzen? Wird dies spät geschehen? Kann es bald sein? Wir wissen es nicht. Aber wir haben einen Stützpunkt für weitere Unternehmungen gewonnen, welcher eine Stufe höher liegt als die bisher benützten; der Weg schneidet hier nicht ab an einer glatten Felswand, sondern wenigstens der nächste absehbare Theil des Anstiegs erscheint noch von mäfsiger Neigung, und zwischen den Steinen finden sich Pfade, die nach oben führen; der eifrigen und geübten Forscher sind viele; — wie könnten wir da anders als hoffnungsvoll den Erfolgen zukünftiger Unternehmungen entgegensehen?





Die hydrologischen Geheimnisse des Karstes und seine unterirdischen Wasserläufe.

Auf Grundlage der neuesten hydrotechnischen Forschungen dargestellt von

Wilhelm Putick, k. k. Forstinspektions-Adjunkt.

(Schlufs.)

Das schon früher bezeichnete Gebiet der Kesselthäler von Innerkrain hat zwar keine ausgeprägte natürliche Abgrenzung durch Gewässer oder Gebirge, erscheint aber dennoch mit seiner über 6 Quadratmeilen grofsen Flächenausdehnung als ein charakteristisch gekennzeichneter Boden des Herzogthums Krain. Dasselbe bildet ein ausgesprochen flachrückiges Hügelgelände im nördlichen Theile des bekannten Karstplateaus und führt schon seit der ältesten Landeseintheilung den Namen „Innerkrain", welcher Regierungsbezirk zwischen den beiden anderen, „Oberkrain" und „Unterkrain", — nach dem Flufslaufe der Save bezeichnet — eingekeilt gelegen ist.

Das ganze ausgedehnte Gebiet des Innerkrainer Karstplateaus fällt von der Meereshöhe von 600 m terrassenförmig auf 300 m hinab. Diese im allgemeinen von Süd gegen Nord gerichtete Abdachung reicht bis zu dem bekannten Laibacher Moor und wird von dieser ausgedehnten Moor-Ebene nördlich begrenzt. Die relativ höchsten Erhebungen auf dem sonst gleichmäfsig wellenförmigen Hügelplateau bilden einen Gebirgszug, welcher Innerkrain von Südost gegen Nordwest durchschneidet, und welcher mit seinen Längen- und Querzügen die Kesselthäler von Laas-Altenmarkt, Zirknitz, Adelsberg und Planina, sowie auch im grofsen und ganzen deren Niederschlagsgebiete von einander trennt.[4]) Im Süden beginnend, erhebt sich mächtig über das

[4]) Anmerkungsweise mufs hier besonders hervorgehoben werden, dafs infolge der eigenartigen geologischen Verhältnisse des Untergrundes unseres

Hügelland des Karstes der Krainer Schneeberg bis zu 1790 m Meereshöhe. Dieser Gebirgsstock geht in nordwestlicher Richtung in den sogen. Javornik 1270 m über und dieser in gleicher Richtung weiter in den Birnbaumer Wald, mit dem bis zu 1300 m Meereshöhe emporragenden Bergriesen „Nanos".

In jenem terrassenförmig von Süd gegen Nord charakteristisch abgedachten Hügelkomplex des Karstes von Innerkrain befinden sich meist am Fuſse der bezeichneten höchsten Erhebungen die Kesselthäler muldenförmig vertieft. Die horizontale Anordnung dieser ausgedehnten Thalmulden ist im allgemeinen ebenso wie der bezeichnete Gebirgszug von Südost gegen Nordwest gerichtet. Ringsherum von breiten Berg- und Hügelrücken begrenzt, liegen diese naturseltenen Kesselthäler verschieden weit von einander, und zwar in nachfolgender Reihe:

Am weitesten südwärts erstreckt sich das Kesselthal von Laas-Altenmarkt, welches gegen Norden durch einen Hügelrücken vom Zirknitzer See getrennt ist. Nordwestlich vom Zirknitzer See liegt, abermals durch einen Hügelrücken getrennt, das Kesselthal von Planina und von Planina weiter nordöstlich, durch einen sehr breiten Hügelkomplex getrennt, ist das früher erwähnte Laibacher Moor gelegen. Von dieser gebrochenen Thallinie seitwärts, und zwar vom Zirknitzer See genau westlich, liegt ferner das Kesselthal von Adelsberg. Die drei Kesselthäler — Planina, Zirknitz und Adelsberg — formiren in ihrer gegenseitigen Situation die Eckpunkte eines regelmäſsigen Dreieckes, das mit seiner nördlich gerichteten Spitze im Planinathale liegt, während die beiden Basisecken östlich in Zirknitz und westlich in Adelsberg ihre Lage finden.

Was die vertikale Anordnung in der zuvor beschriebenen Reihenfolge der Kesselthäler von Innerkrain betrifft, so ist dieselbe ganz ähnlich, wie ein progressiv abfallender Terrassenbau mit fast horizontaler Sohle der einzelnen Kesselthäler gestaltet; wobei die genannten Kesselthäler, nach dem bisher angeführten, die einzelnen horizontalen Bänke dieser Terrassenform repräsentiren. Die schon früher erwähnte, sehr bedeutende horizontale Entfernung dieser Terrassenbänke ist durch eine mächtig ausgedehnte Dazwischenlagerung von parallelen Hügel-

---

Karstgebietes, in allen bezüglichen Gegenden die bloſse orographische Gestaltung des Bodens für die Abgrenzung der Niederschlagsgebiete durchaus nicht hinreichend ist. Am ganzen Karstplateau kann man nur in exakter Weise von geologischen Wasserscheiden der Fluſsgebiete sprechen.

rücken verbunden, welche zugleich die Uebergänge von einem höher liegenden, zu dem benachbarten nächst tieferen Kesselthale vermitteln. Am höchsten unter allen obengenannten Kesselthälern ist eben dasjenige von Laas-Altenmarkt, auf einer mittleren Meereshöhe von 570 m über dem adriatischen Meere gelegen. An dieses reiht sich ein Hügelrücken von 650 m Meereshöhe an, welcher gegen den Zirknitzer See hin plötzlich auf 550 m mittlere Meereshöhe abfällt. Ferner reiht sich an den ebenen Seeboden gegen Nordwest ein Hügelrücken von ca. 600 m Meereshöhe an, welcher ebenfalls ziemlich steil gegen das Kesselthal von Planina auf das mittlere Thalniveau von 450 m abfällt. Das von dieser Hauptachse seitlich gelegene Kesselthal von Adelsberg mit einer Meereshöhe von 500 m ist ebenso von Planina durch einen 620 m hohen Karstrücken getrennt. Endlich hat der zwischen dem Kesselthale von Planina und dem Laibacher Moor gelagerte Hügelcomplex eine mittlere Höhe von 560 m über dem adriatischen Meere. Dieser am weitesten nördlich gelegene Karstrücken von 560 m Seehöhe fällt rapid gegen die Laibacher Moorebene auf ein Niveau von 300 m hinab.

Auf Grund einer derartigen horizontalen und vertikalen Entwickelung der Innerkrainer Kesselthäler bilden dieselben erstens eine weit auseinander gezogene Reihe von ringsum geschlossenen und verschieden hochgelegenen Thälern. An dieser Reihenfolge partizipirt das Kesselthal von Adelsberg nur als ein westlicher Seitenarm, während sich die Hauptlinie vorherrschend in der Richtung von Südost nach Nordwest entwickelt. Zweitens reihen sich die früher bezeichneten Kesselthäler ihrer Höhenlage nach derart aneinander an, dafs die einzelnen fast ebenen Thalböden derselben, wie schon oben erwähnt, gegenseitig verglichen, einen gegen die Laibacher Moorebene hin immer tiefer liegenden Terrassenbau repräsentiren. Am deutlichsten dürfte auch diese terassenförmige Anordnung aus den Angaben über die absoluten Höhen der angeführten Kesselthäler zu ersehen sein. Nach ihrer oben beschriebenen Lage und Begrenzung dürfte es ferner leicht einzusehen sein, dafs zwischen je zwei benachbarten Gliedern dieser Kesselthalreihe ein ausgedehnter und oftmals hoher Hügelcomplex gelagert ist, welcher die Verbindungen der Wasserläufe von einer höheren Terrasse zur nächst tieferen, d. h. von einem zum nächsten Kesselthale, geheimnifsvoll überdeckt. Und in dieser charakteristisch unterbrochenen Kesselthalreihe bildet die Laibacher Moorebene das unterste Glied, obwohl dieselbe dem strengen Charakter der Kesselthäler nicht mehr in allen Stücken entspricht.

Aber dennoch hat diese weitgedehnte Ebene noch in vielen Beziehungen den allgemeinen Charakter der Kesselthäler behalten. Sie ist nämlich wie alle übrigen Kesselthäler des Karstes ringsherum von Berg- und Hügelrücken umschlofsen, zeigt einen fast absolut ebenen Thalboden — die Sohle eines abgezapften Binnensees im Tieflande. Ihr Hauptwasserlauf gelangt auf unterirdischem Wege knapp am Rande des Thales zum Ausbruche, durchzieht ein tiefes und breites Flufsbett, aber auffallenderweise nur in unbedeutenden Serpentinen. Die gröfste Strecke des dortigen Flusses, wie ich aus mehrfachen technischen Gründen behaupten kann, durchströmmt daher wahrscheinlich kein natürlich geschaffenes Bett, sondern dieser historische Schifffahrtskanal dürfte schon von den alten Römern künstlich hergestellt worden sein. Diese Behauptung wird durch die vielfach aus dem wasserreichen und tiefen Flufsbette der Laibach bei Nauportus — in der Nähe des heutigen „Ober-Laibach" — und bei Emona — nahe der gegenwärtigen Landeshauptstadt „Laibach" gehobenen römischen Waffen und Alterthümer erhärtet.

Dies würde jedoch nur die urälteste Korrektion dieses schiffbaren Flufslaufes bedeuten und den Kesselthalcharakter nicht stören, wenn nur die Wässer in ihrem weiteren Laufe auch endlich die Ebene auf unterirdischem Wege wieder verlassen würden. Aber gerade dieses Charakteristikum trifft hier nicht mehr zu. Denn die beiden schmalen, oberirdischen Durchbrüche, im Norden der Laibacher Moorebene, nach dem offenen Savethale hinausführend, stören nun einzig und allein den strengen charakteristischen Typus der kesselförmig geschlossenen Thäler. Von diesen zwei oberirdischen Durchbrüchen dürfte der eine wesentlich auf natürliche Art erfolgt sein, während jedoch der andere künstlich hergestellt wurde.

Der westliche dieser beiden Durchbrüche mufste durch die dynamischen Wirkungen der Meteorwässer schon vor Jahrtausenden vorwiegend auf natürlichem Wege erfolgt sein und wird auch noch gegenwärtig von dem Laibachflusse quer durch einen verhältnifsmäfsig niedrigen Terrainsattel durchströmt. An den Ufern dieses ansehnlichen Flusses liegt in der erwähnten Durchbruchsstelle „Laibach", die prächtige Landeshauptstadt von Krain, wo einst das altrömische Emona gestanden hatte. Der östliche Durchbruch ist aber erst zu Ende des vorigen Jahrhunderts künstlich hergestellt worden und führt, nach seinem Erbauer, den Namen des Gruberschen Kanals. Derselbe zweigt eine halbe Stunde Weges oberhalb der Stadt vom Laibachflusse ab, führt durch eine zweite Terrain-Einsattelung um die Stadt

herum und dient nur den Hochwässern dieses Flusses als Rezipient, damit die Stadt vor Ueberschwemmungsgefahren geschützt werde. Dieser Kanal mündet weit unterhalb der Stadt bereits im Savethale wieder in den Laibachflufs, und die wieder vereinigten Wässer strömen dann zur Mündung in die Save.

Schon mit Rücksicht auf ihre gegenseitige Anordnung in der horizontalen Entwickelung und noch mehr aus ihrer relativen Höhenlage ist im allgemeinen ein gewisser Zusammenhang der Innerkrainer Kesselthäler untereinander zu vermuthen. Sie bilden zwar, wie oben genau dargestellt wurde, eine Reihenfolge von ausgedehnten Bodensenkungen, welche von sehr breiten parallelen Hügelrücken eingeschlossen sind und auf diese Weise scheinbar von einander gänzlich getrennt erscheinen. Dafs trotzdem ein Zusammenhang des Wasserlaufes eines Kesselthales mit jenem eines benachbarten vorhanden sein müsse, gehörte jedoch bisher vorwiegend nur in den Bereich der Vermuthungen. Diese hydrographische Anschauung des Zusammenhanges wurde seit längerer Zeit allgemein behauptet, obwohl bis vor kurzem von keinem Naturforscher hiervon ein strikter Nachweis geliefert worden ist. Am exaktesten unter allen Angaben, welche in der Literatur vorzufinden sind, müssen die Resultate der Arbeiten von Dr. Adolf Schmidl und des ihm zugetheilten Markscheiders Rudolf aus Idria bezeichnet werden, wenn auch die Studien Schmidls nicht frei von Irrthümern sind. Vornehmlich erscheint im Werke von Schmidl die Angabe über den östlichen Arm der Kleinhäuselhöhle bei Planina als eine irrige, denn dieser Höhlenarm bringt nicht die Wässer von Adelsberg hinab, sondern er dient den Hochwässern aus dem Zirknitzer See als unterirdischer Abflufs, wie es mir gelegentlich eines Hochwassers von Adelsberg ermöglicht wurde, diesen Sachverhalt mehrere Hundert Meter weit unter dem Gebirge zu konstatiren. Dagegen wurde bei derselben Gelegenheit mit vollster Sicherheit bestimmt, dafs die Adelsberger Wässer im westlichen Arme der riesigen Kleinhäuselhöhle nach Planina hinabströmen, welchen Höhlengang Dr. Schmidl mit dem Namen des Kaltenfelder Armes belegt hat.

Zumeist nur an der Hand mehrfacher Beobachtungen von lokalen Hochwässern und durch weitere hydrologische Erwägungen gelangt man an Ort und Stelle zu dem interessanten Schlusse, dafs alle diese ausgedehnten Innerkrainer Kesselthäler unstreitig einem und demselben Flufsgebiete angehören müssen. Und thatsächlich ist dies auch der Fall. Es liegt hier das merkwürdige Höhlenflufsgebiet der Laibach.

Wie nunmehr als sichergestellt erscheint, führt durch ganz Innerkrain ein und derselbe Wasserlauf, der von einem Kesselthale zum anderen unterirdisch strömt und in jedem dieser Kesselthäler seltsamerweise einen anderen Namen führt. Der Oberlauf dieses ganz eigenartig unterbrochenen Flusses heifst in Laas-Altenmarkt „Grofs-Oberch“, im Gebiete des allgemein bekannten Zirknitzer Sees „Seebach“; sein Nebenflufs, welcher durch die pittoresken Räume der weltberühmten Adelsberger Grotte strömt, führt daselbst nicht nur im Kessel von Adelsberg, sondern auch unter dem Gebirge gegen Planina[5]), den Namen „Poik“ („Piuka“). Der

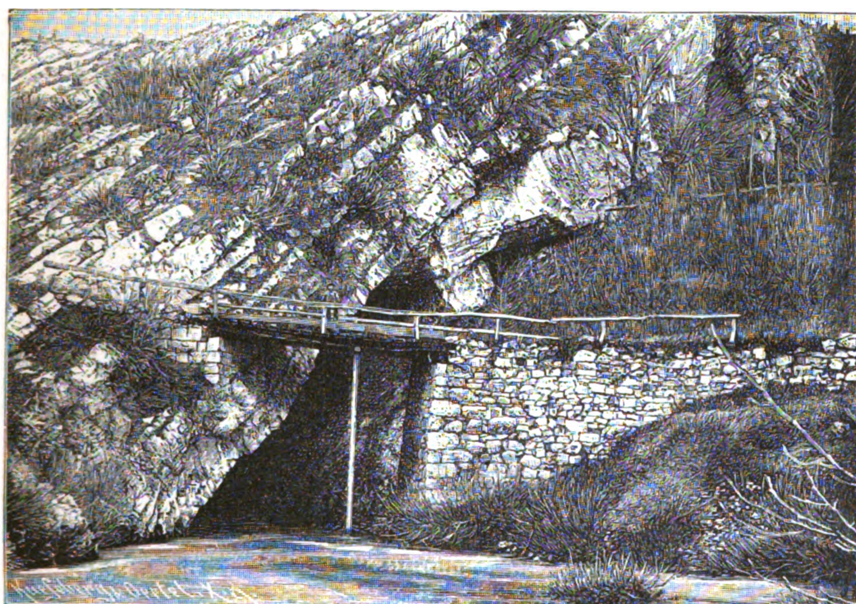


Fig. 3. Die Schlundhöhle des Poikflusses bei Adelsberg.

Mittellauf, in Planina liegend, führt den Namen „Unzflufs“ und dieser wird aus der Vereinigung der Zirknitzer und Adelsberger Wässer erst im Planinathale gebildet. Endlich führt der ganze Unterlauf durch die Laibacher Moorebene hindurch und bis zur Mündung in die Save den Namen „Laibachflufs“.

Die Verbindungen der Flufsläufe von einem Kesselthale zum anderen sind sämtlich unterirdisch, und nur in den Höhlen des total unterminirten Karstgebirges zu suchen. Zumeist sind diese Höhlen-

[5]) So z. B. in der Poikhöhle (Piuka jama) und im Poik-Arm der Kleinhäuselhöhle bei Planina.

flüsse durch grofsartige Hindernisse schon am Eingange verbarrikadirt und dabei meistens tief verborgen liegend. Speziell über diese Verhältnisse wird in weiterer Folge dieser Darstellung noch eingehender gesprochen. Nur selten liegen die Abflufshöhlen der Kesselthäler in ähnlicher Weise frei und offen zu Tage, wie die beiden abgebildeten Wasserthore der Höhlengänge am Zirknitzer See und in Adelsberg.[6])

Im grofsen und ganzen betrachtet, sind die vorwiegend langgestreckten Kesselthäler von Innerkrain äufserst merkwürdige Theilstrecken einer noch nicht vollendeten und höchst seltenen Thalbildung. Diese allmählich durch Einstürze der unterhöhlten Felsenränder immer länger werdenden Theilstrecken eines noch in der Bildung befindlichen Hauptthales — d. i. die Reihe der obgenannten Kesselthäler — werden in ganz analoger Weise, wie dieselben im Laufe der Jahrtausende entstanden sind, durch die ewig waltenden Kräfte des Wassers ihre Vollendung finden.

Dieselben werden successive durch eine verborgene unterirdische Erosion und Corrosion nach beiden Seiten der Stromrichtung, wenn auch äufserst langsam, so doch beständig erweitert. Sowohl stromaufwärts, als auch vorwiegend stromabwärts erfolgen in einem jeden dieser muldenförmigen Thäler spontane Einstürze, und im Laufe kommender Jahrtausende wird die Erweiterung der benachbarten Kesselthäler zu einem vollständigen offenen Thale fortschreiten müssen.

Wohl sind noch die zwischen den Kesselthälern Innerkrains gelegenen Hügelrücken von ziemlicher Ausdehnung, aber bereits tausend- und tausendfach unterhöhlt und zerklüftet. Die aus den Jurakalken der Alpen bekannte Erscheinung der Karrenbildung findet hier in einem überwältigenden Mafsstabe statt. Dafs ferner daselbst die enormen Wasserhöhlen des Untergrundes nicht selten zu den überwältigendsten Deckenbrüchen und theilweisen Höhleneinstürzen die Veranlassung geben, ist heute aufser allem Zweifel stehend. Auf diese Weise verdanken die beiden kühnen Wölbungen der grofsen und der kleinen Naturbrücke von St. Canzian (in den Haasberger Forsten), unter welchen die Hochwässer vom Zirknitzer See zum erstenmale am Tage hindurchströmen, um nach kurzer Strecke wieder unter das Gebirge durch ein grofses Höhlenthor einzuziehen, ihre seltene Entstehung (s. Fig. 2 im vorigen Heft).

---

[6]) S. Fig. 1 und 3.

Ebenso repräsentirt die in Fig. 4 dargestellte Höhlenweitung der sogen. „Vranja jama“, d. i. Rabenhöhle, einen imposanten Felsensturz mitten im Walde und nahe am nördlichen Thalrande von Planina (s. Fig. 4).

Diese zur Hälfte eingestürzte unterirdische Räumlichkeit, welche dereinst mit Bestimmtheit aus zwei Haupttheilen, einem vertikalen oberen und anschliefsend aus einem horizontalen unteren Hohlraum bestanden haben mufste, ist gegenwärtig nur aus einer Strecke des annähernd horizontalen Höhlenganges bestehend. Jener vertikal aus-

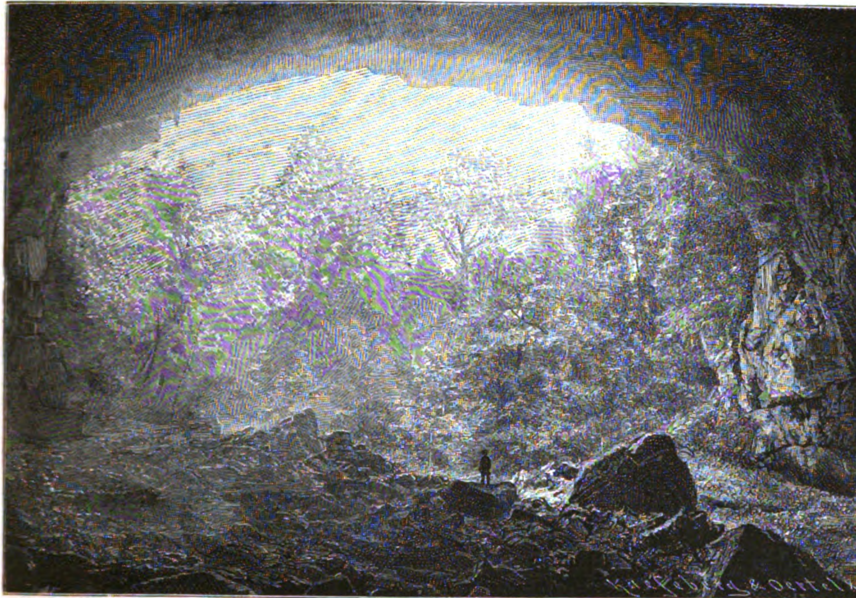


Fig. 4. **Das Felsenthor der „Vranja jama“ bei Planina.**[7]
Aus der Tiefe zur Oberfläche aufgenommen.

geweitete Raum, der durch die Corrosionswirkungen des meteorischen Wassers entstanden ist, sowie durch die ununterbrochene Fortsetzung der Auslaugung des kohlensauren Kalkes durch das kohlensäurehaltige Wasser endlich die Stabilität seiner Kugelwölbung eingebüfst hat, ist zum gröfsten Theile von den Trümmern des Deckenbruches verschüttet. Die Trümmerhalde führt aufserdem in einer steilen Böschung durch das pittoreske Naturgewölbe hinab zur Tiefe des noch stehengebliebenen Höhlenganges, welcher andererseits noch gegen-

[7]) Die oberen Conturen sind infolge der zu Tage ziehenden, beständigen Höhlennebel verschwommen.

wärtig, trotz der partiellen Verschüttung zu den Stauwässern des in der Nähe unter dem Gebirge hindurchströmenden Unzflusses hinabreicht, und diesen bei Hochfluthen des genannten Flusses als ein unterirdisches Reservoir dienstbar wird.

Den besten Aufschlufs über die grofsartigen Dimensionen der dynamischen Thätigkeit der Regen- und Flufswässer im Innern des Karstgebirges geben wohl die beiden Figuren 2 und 4, auf welchen die mittlere Mannesgröfse bei den photographischen Aufnahmen als Mafsstab eingeführt worden ist.

Einen annähernden Begriff von dieser Thätigkeit des Wassers in der Unterwelt des Karstes kann sich nur derjenige machen, dem es bereits vergönnt war, die pittoresken Formationen der weltberühmten Grotte von Adelsberg zu sehen. Dort findet man in schaurig schöner Scenerie den Poikflufs durch ein Reich der ewigen Höhlennacht dahinrauschen. Weit und tief unter dem Gebirge wühlen sich seine Fluthen in einem felsenfesten Bett hindurch, bis sie durch die gigantischen Naturgewölbe der Kleinhäuselhöhle von Planina, mit einem Höhlenarme der verborgenen Abflüsse vom Zirknitzer See vereint, wieder an den Tag hervortreten.

Jene höher gelegene Galerie von natürlichen Felsengewölben, in welchen gegenwärtig die Besucher der Adelsberger Grotte mitten in den phantasiereichsten Skulpturen und bizarren Gebilden der Plastik des rastlosen Tropfenspieles der Meteorwässer — (s. Fig. 5.) — lustwandeln können, ist demnach nichts anderes als das verlassene Felsenbett des Poikflusses. Derselbe hatte sich schon seit Jahrhunderten nach den ewig waltenden Gesetzen der Gravitation bereits einen tieferliegenden Höhlengang durchbrochen. Nur eine kurze Wegstrecke im grofsen Dome gewahrt man noch von der Höhe der oberen Galerie die eilenden Fluthen in der Tiefe des unteren Höhlenganges dahinstürzen. Dort herrscht ein unvergleichliches Brausen und wildes Rauschen der schäumenden Wogen des unterirdischen Flusses, der sich im Oberlaufe durch eine enge Höhlenklamm (s. Fig. 3) in die enormen Weitungen des grofsen Domes hereinzwängt und sich von da weiter und weiter durch ein geräumiges Höhlenthor in die ungangbaren Hallen und Klüfte des sogenannten Tartarus dröhnend hinabstürzt. Dieses unvergleichliche Schauspiel ist besonders bei höherem Wasserstande des Poikflusses eine seltene Sehenswürdigkeit.

Man findet auf der einen Seite die mannigfaltigsten Tropfstein- und Sinterbildungen in den vom frei zirkulirenden Höhlengewässer verlassenen Räumen. Das Baumaterial hierfür wird aus den theil-



Fig. 5. Die Kaiser Franz Josef- und Elisabeth-Galerie in der Adelsberger Grotte.

weise oberirdischen und theilweise unterirdisch gelegenen „Karren“ vom Regenwasser hinabtransportirt. Dennoch vermögen auf der anderen Seite die verschiedenartigsten Formen der eigenartigen Erosionswirkung der unterirdischen Sturzbäche jedermanns Aufmerksamkeit in noch weit höherem Maſse zu fesseln.

Es wäre eine unrichtige Vorstellung von den verborgenen Höhlenflüssen des Karstes, würde man glauben, daſs ein tunnelähnlicher, gleichmäſsig profilirter Kanal von der jeweilig höheren Kesselthalterrasse zur nächst tieferen hinabführt. Ein jedes Höhlenfluſsbett ist vielmehr nur als eine mäandrisch ineinander greifende Reihe von zahlreichen, thurmhohen und oftmals unabsehbar geräumigen Höhlenweitungen zu betrachten, welche wieder mehrfach durch enge und niedrige Schläuche, sowie durch überstaute kommunizirende Felsenrohre miteinander verbunden sind. Die Scheidewände solcher verschieden groſser und ebenso verschieden hoher Höhlenkammern sind zumeist total zerklüftet und vom Wasser vollständig unterwaschen, so daſs alle diese unterirdischen Räume in erster Linie als das Resultat einer, durch chemische und mechanische Kräfte des Wassers seit Jahrtausenden wirkenden, verborgenen Corrosion und Erosion bezeichnet werden können.

Die Decke und die Wände solcher Wasserhöhlen zeigen noch immer sehr deutliche Spuren der Dynamik des einstens in diesem Niveau hindurchströmenden Wassers. Nach und nach haben sich die Fluthen ein tieferes Felsenbett ausgewaschen. Einzelne unterwühlte Scheidewände, einst zwischen den Höhlenkammern feststehend, wurden von der mechanischen Gewalt bedeutender Hochwässer durchbrochen, oder sie stürzten infolge ihres labil gewordenen Zustandes zusammen. Das abgestürzte Trümmermaterial lagert am Boden der unterirdischen Flüsse als gefährliche Klippen, oder hemmt wie ein mächtiges Grundwehr den freien Lauf des Gewässers. Nur kleinere Steintrümmer wurden von ihrer ursprünglichen Stelle durch den periodisch wilden Sturzbach fortgerissen und bilden lokal kleine Bänke von Gerölle.

Höchst interessant sind ferner die Erscheinungen von gröſseren und kleineren Erosionskesseln in den Höhlen an solchen Stellen, wo das Steingerölle, oder einzelne Steinkugeln und Steinknollen durch den heftigen Wasserstrudel hin- und hergerollt werden, ohne daſs solche Reibsteine hinausgeschleudert werden könnten. Es sind dies analoge Formen wie die berühmten Riesentöpfe in Skandinavien und die sehenswürdigen Strudellöcher im Gletschergarten zu Luzern, nur

dafs dieselben in unterirdischen Räumen verborgen liegen und in höheren Positionen der Grotten als Getreide-Reibmühlen der prähistorischen Höhlenmenschen irrthümlich bezeichnet werden.

Hin und wieder findet man den vorherrschend ungleichmäfsigen Lauf dieser Höhlenflüsse von einzelnen Wasserfällen und rapiden Stromschnellen unterbrochen. Nicht selten ist derselbe klammähnlich eingeengt, dann wieder zu einem langen und breiten Bassin — einem sogen. unterirdischen See — erweitert. Dann befinden sich wieder seichte, klippenreiche Stellen unmittelbar neben furchtbaren Tiefen, welche nur mit Wasser angefüllte Abgründe vorstellen. Meistens sind bei einem jeden Höhlenflufssystem einzelne, immer tiefer liegende Theilstrecken eines und desselben Wasserlaufes unter dem Gebirge anzutreffen, welche Theilstrecken stets mit einem Bassin beginnen und mit einem solchen im Unterlaufe endigen. Durch förmliche Schlote oder durch breite Naturschachte, wie auch mitunter durch tiefe Felsentrichter und durch die sogen. „Dolinen“ gelangt man da und dort zu der unterirdischen Theilstrecke dieser Höhlenflüsse hinab. Doch zu einzelnen Theilstrecken dieser verborgenen Wasserläufe ist bisher noch keine Kommunikation aufgefunden worden, trotzdem man mit ziemlicher Sicherheit den generellen Thalweg in der Tiefe zu bezeichnen im stande ist. Um einen drastischen Vergleich zu machen, könnte man die oberirdischen Erscheinungen an der Karstformation, welche durch die in der Tiefe unter derselben hinabströmenden Wässer hervorgebracht werden, mit den Folgewirkungen hinunterrieselnden Sandes einer Sanduhr in Einklang bringen. Thatsächlich sind auch die gröfsten Karsttrichter nur auf die ganz analogen Folgewirkungen zurückzuführen.

Wie schon früher bemerkt worden ist, zeigen die zwischen den Kesselthälern von Innerkrain gelegenen Hügelkomplexe bei ihrer grofsen Ausdehnung wohl auch schon die deutlichsten Spuren dieser typischen Erosionswirkungen. Zur genaueren Orientirung folgen nun die Längen dieser Trennungsrücken in der Luftlinie gemessen. So zeigt der zwischen dem Kesselthale von Laas-Altenmarkt und dem Zirknitzer See noch lagernde Hügelrücken an der schmalsten Stelle in der Nähe der Ortschaft Dane nur noch 3 Kilometer Ausdehnung seines durchhöhlten Gesteins. Derselbe ist unter allen den bezüglichen Trennungsrücken am kürzesten.

Vom Nordwestrande des Zirknitzer Sees zum Südrande des Kesselthales von Planina liegt ein Hügelkomplex von 6,5 Kilometer Längenerstreckung. Derselbe ist jedoch neben seinen zahlreichen trichterförmigen Einstürzen, in der obengenannten Rakbachschlucht

bei St. Canzian in den Haasberger Forsten, ungefähr am halben Wege derart unterbrochen, dafs die Hochwässer, vom Zirknitzer See nach Planina strömend, in dieser 2 Kilometer langen und sehr engen Schlucht,[8]) genau wie in einem eigentlichen Kesselthale aus einer Höhle zu Tage treten und am unteren Ende der Schlucht wieder in einer Höhle verschwinden.

Zwischen Adelsberg und Planina ist der mächtige Hügelkomplex noch mehr als 7 Kilometer lang. Dieser hat ebenso infolge der immerwährenden Unterwaschung mehrere tiefe und ausgedehnte Einstürze erfahren, sowie auf demselben einige bis zum unterirdischen Laufe der Poik hinabreichende Naturschachte vorzufinden sind, von denen bisher nur speziell die sog. Piuka jama (Poikhöhle) näher bekannt geworden ist. Am ausgedehntesten unter allen den erwähnten Trennungsrücken ist aber derjenige zwischen dem Kesselthale von Planina und der Laibacher Moorebene, welcher eine Länge von nahezu 10 Kilometer besitzt. Die zahlreichsten und tiefsten Einstürze, sowie die grofsartigsten Naturschachte liegen gerade in diesem Hügelkomplex, über dessen unterirdische Wasserläufe infolge der schwierigsten Gestaltung dieses Gebietes bisher am wenigsten bekannt werden konnte.

Auffallend bleibt in dem ganzen von mir durchforschten Gebiete des Karstes der sichere Thatbestand, dafs die unterirdischen Wasserläufe im allgemeinen den streichenden Kalksteinschichten von Südost gegen Nordwest folgen. Doch sobald dieselben an die meist transversal gerichteten Verwerfungsspalten der dolomitischen Wechsellagerungen stofsen, folgen sie diesem Kluftsystem weiter fort, bis zu ihrer lokalen Ausmündung in ein tieferes Kesselthal, aus welchem dann in ganz ähnlicher Weise der weitere Abflufs erfolgt, welcher jedoch überall den dolomitischen Kalken ausweicht. Hierdurch wird es auch erklärlich, dafs die dolomitischen Nester am Karste nur äufserst wenig an den charakteristischen Erscheinungen der Höhlenbildung partizipiren, nachdem schon auch infolge der geringeren Löslichkeit ihrer Kalkmassen dem atmosphärischen Wasser und seiner erodirenden Thätigkeit ein gröfserer Widerstand entgegen gesetzt ist.

Wenn man das pragmatische Zusammenwirken aller hier mafsgebenden Faktoren richtig erfafst, so findet man wohl, wie einfach die Natur auch hier in ihren Ursachen ist und wie überwältigend dagegen in ihren Wirkungen.

---

[8]) S. Fig. 3. Die grofse Naturbrücke von St. Canzian in den Haasberger Forsten bei Planina, über welche oben eine prächtige Waldstrafse hinwegführt.



Die photographische Himmelskarte. *)

Die Internationale Conferenz, welche im Frühjahr 1887 auf der Pariser Sternwarte zusammengetreten war, um über die Ausführung einer photographischen Himmelskarte zu berathen, hatte die Prinzipien und allgemeinen Bestimmungen für diese grofse Arbeit festgesetzt. Dieselbe mufste schon damals in das Studium der Details eintreten, um den verschiedenen Sternwarten, welche sich bei dem Werke betheiligen wollten, Gelegenheit zu geben, die dazu erforderlichen Apparate sorgfältig und nach einem einheitlichen Plane herstellen lassen zu können. Bevor sich der Congrefs auflöste, ernannte er, um eine immerwährende Vertretung zu haben, ein permanentes Exekutions-Comité, welches aus den Direktoren derjenigen Sternwarten zusammengesetzt war, die bereits ihre Theilnahme an dem Kartenwerke zugesichert hatten, und aus einigen anderen Astronomen, welche ihre grofse Sachkenntnifs auf diesem Felde zu diesem Amte besonders geschickt machte. Dem Bureau dieses permanenten Comités war eine schwierige Aufgabe gestellt, welche in folgende Worte gefafst wurde: Inangriffnahme aller von der internationalen Conferenz gefafsten Beschlüsse, welche eine baldige Ausführung zulassen; Sammlung und Weiterbeförderung aller Nachrichten, die in den verschiedenen Ländern der Erde über die zahlreichen und brennenden Detailfragen verlauten möchten, welche die Conferenz von 1887 definitiv zu regeln weder berufen noch auch befähigt war; Anregung zu Spezialstudien über alle diese Fragen und Publikation ihrer Ergebnisse; mit einem Worte Ausführung einer grofsen Enquête, deren Resultate später in einer allgemeinen Sitzung des Comités diskutirt werden sollten. Auf Grund dieser Vorarbeiten sollten dann weiter die Bestimmungen festgesetzt werden, welche von all den Astronomen anzunehmen

*) Wir verdanken diesen Bericht über den gegenwärtigen Stand der Vorbereitungen zur grofsen photographischen Himmelskarte der Freundlichkeit des Herrn C. Flammarion in Paris.

sein würden, die das Ihrige zur Herstellung jenes grofsen Denkmals beitragen wollen, das zum Nutzen und zum Ruhme der astronomischen Wissenschaft errichtet werden soll.

Mit unermüdlichem Eifer und vollem Erfolge hat das Bureau des permanenten Comités unter dem Vorsitz des Direktors der Pariser Sternwarte während der zwei seit dem internationalen Congrefs verflossenen Jahre seine Aufgabe erfüllt. Dank der freigebigen Unterstützung durch die Pariser Akademie der Wissenschaften wurde es möglich ein Bulletin zu schaffen, welches als gemeinsames Band für die in den verschiedenen Ländern Europas, Afrikas und Amerikas vertheilten Comitémitglieder dient, worin sie ihre Beobachtungen und Studien veröffentlichen können über die besten photographischen und astronomischen Methoden, welche man bei der Ausführung der Karten anzuwenden haben wird, über die Messungsverfahren, welche man am besten befolgen wird, um die gewonnenen Platten für einen Sternkatalog nutzbar zu machen, über die Ursachen der zu befürchtenden Fehler in den Messungen und über die Mittel, dieselben zu vermeiden oder doch wenigstens ihren Einflufs auf ein Minimum zurückzubringen. Andrerseits gewährte das Bulletin zuverlässige Mittheilungen über den Stand der Fortschritte in der Construktion der photographischen Aequatoriale, die zumeist schon seit länger als einem Jahre in Bestellung gegeben waren. Das Bureau des permanenten Comités war nun der Meinung, dafs die Weltausstellung eine natürliche Gelegenheit biete, eine allgemeine Versammlung des Comités in Paris abzuhalten. Diese Versammlung fand vom 16.—22. September auf der Pariser Sternwarte statt. Es handelte sich diesmal nicht mehr um die Feststellung allgemeiner Prinzipien, sondern um die Regelung des Operationsmodus in allen seinen Einzelheiten. Es sollte nicht mehr blos ein allgemeiner Ueberblick über das Werk gewonnen werden, sondern ein ausführlicher Arbeitsplan, nach welchem sich der Mechaniker bei der Erbauung der Instrumente zu richten hat. Es dürfte vielleicht für unsere Leser einiges Interesse haben, die Fragen kennen zu lernen, über welche bei dem diesmaligen Congresse debattirt und entschieden wurde.

Der Mehrzahl unserer Leser wird aus dem im vorigen Jahrgange erschienenen Aufsatz des Herrn Dr. Scheiner über die Himmelsphotographie noch erinnerlich sein, dafs man bei photographischen Stern-Aufnahmen ein aus zwei parallel aufgestellten Fernrohren bestehendes Aequatorial nöthig hat, bei welchem das eine Rohr für chemische Strahlen, das andere für optische achromatisirt sein mufs.

Dieses letztere Rohr dient alsdann dazu, das photographische Fernrohr während der ganzen Expositionsdauer beständig auf denselben Punkt des Himmels gerichtet zu halten. Der Astronom wird dann, nachdem er einen gewissen durch Rektascension und Deklination bestimmten Punkt des Himmels als Centrum seiner Aufnahme gewählt hat, die Gesichtslinie des Führungs-Fernrohrs auf einen, diesem centralen Punkt benachbarten Stern richten. Es ist dabei nöthig zu wissen, in welcher Entfernung dieser Leitstern von dem Platten-Centrum wird entfernt sein dürfen und mit welcher Genauigkeit sein Ort am Himmel bekannt sein mufs. Im Interesse der Genauigkeit und der Leichtigkeit der an die Ausmessungen der Aufnahmen nachträglich anzubringenden Reduktionen war es unumgänglich nothwendig, positive Bestimmungen nach diesen Richtungen hin zu formiren. Nach einer sorgfältigen Prüfung und langen Berathungen hat das Comité der Himmelskarte bestimmt, dafs die Sterne, welche zur Führung während der Aufnahmen dienen sollen, in möglichst kleiner Entfernung vom Platten-Centrum gewählt werden sollen, und dafs ihre Oerter bis auf 5 Bogensekunden genau bekannt sein müssen.

Man mufste sich ferner auch schlüssig werden über Form und Mechanismus des Verschlusses, sowie über die Construktion und Anbringung der Casetten, welche die empfindlichen Platten aufzunehmen haben. Es ist einleuchtend, dafs es einerseits besonders für kürzere Expositionsdauer wichtig ist, die Art des Verschlusses festzusetzen, um eine vollkommen gleichmäfsige Expositionsdauer für die verschiedenen Theile der Platte zu erhalten, und dafs andererseits die Casetten auch mit einem Mechanismus versehen sein müssen, welcher es leicht gestattet, sie genau senkrecht zur optischen Axe des photographischen Fernrohrs zu justiren. Obgleich derartige Fragen, wenigstens was die Verwirklichung aller Details der Apparate anlangt, vornehmlich den Mechaniker angehen, so konnte doch das Comité nicht umhin, die allgemeinen Anforderungen, welchen die Vorrichtungen Genüge leisten müssen, festzustellen.

Schon der internationale Congress von 1887 hatte bestimmt, dafs zur Sicherung der Genauigkeit des auf die Ausmessung der Platten sich gründenden Sternkatalogs auf jeder Platte vor der Exposition ein feines Netz abgebildet werden sollte, dessen Linien bei der Ausmessung als Ausgangspunkte zu gelten haben und gleichzeitig gestatten werden, die geringen Deformationen nachzuweisen und unschädlich zu machen, welche die empfindliche Schicht durch die mannigfachen Manipulationen der Entwickelung, Fixage und Trocknung erleiden

kann. Denn die Distanz der Bilder zweier Sterne wird nur dann der wahren Winkeldistanz derselben entsprechen, wenn die Gelatineschicht nicht nachträglich eine Schrumpfung oder Zerrung erfahren hat. Es haben nun die auf Anregung des Comités an verschiedenen Orten mit verschiedenen Mitteln vorgenommenen Untersuchungen ergeben, dafs die Zusammenziehung oder Verlängerung für eine Distanz von 5 mm Länge noch nicht den tausendsten Theil der ganzen Entfernung ausmacht, was auf der von der internationalen Conferenz angenommenen Skala einem Winkelwerthe von 0″,03 entspricht, eine Gröfse, die weit unterhalb der durch gewöhnliche Mikrometermessung möglichen Genauigkeitsgrenzen liegt.

Das Comité mufste sich aufserdem auch mit der Natur der anzuwendenden Platten beschäftigen, mit den Vorschriften zur Bereitung und Zusammensetzung der Entwicklungsbäder, mit dem Einflufs der Temperatur auf die Entwicklungsdauer, mit der Bestimmung der Expositionsdauer, welche nöthig ist, um auf den photographischen Platten die vorher durch die Conferenz bestimmten Sterngröfsen zu erreichen (14. Gröfse für die eigentliche Himmelskarte und 11. Gröfse für die Platten, welche die Grundlage eines Sternkatalogs bilden sollen, der die genauen Stellungen von etwa drei Millionen Sternen enthalten wird). Die letzte Frage, welche besondere Schwierigkeiten bereitete, hatte zu langen Debatten Veranlassung gegeben. Die in dieser Hinsicht vom Comité angenommenen wichtigen Entschliefsungen sichern eine vollkommene Gleichmäfsigkeit des ganzen Werkes für alle Stationen und alle die verschiedenen atmosphärischen Zustände, bei denen die Arbeit nothwendigerweise wird ausgeführt werden müssen. Dabei ist jedoch noch nichts vorausgesetzt in Bezug auf die schwierige und noch ganz ungelöste Frage über die Beziehungen, welche zwischen den optischen und den photographischen Sterngröfsen bestehen.

Auch die Vertheilung der Arbeit an die an dem Unternehmen zusammenwirkenden Sternwarten ist ausgeführt worden, wenn auch durch das in Aussicht stehende Hinzutreten noch neuer Theilnehmer die Details einer späteren definitiven Feststellung vorbehalten werden mufsten. Gegenwärtig ist die Zahl der theilnehmenden Institute bis auf zwanzig gestiegen. Noch während der vom Comité abgehaltenen Conferenz haben drei neue Sternwarten ihre Zusicherung zur Betheiligung gegeben, was gewifs von allen Freunden der astronomischen Wissenschaft mit Freuden begrüfst werden wird: Erstens hat die italienische Regierung für die neue in Catania am Fufse des Aetna gegründete Sternwarte die für die Anschaffung eines photographischen

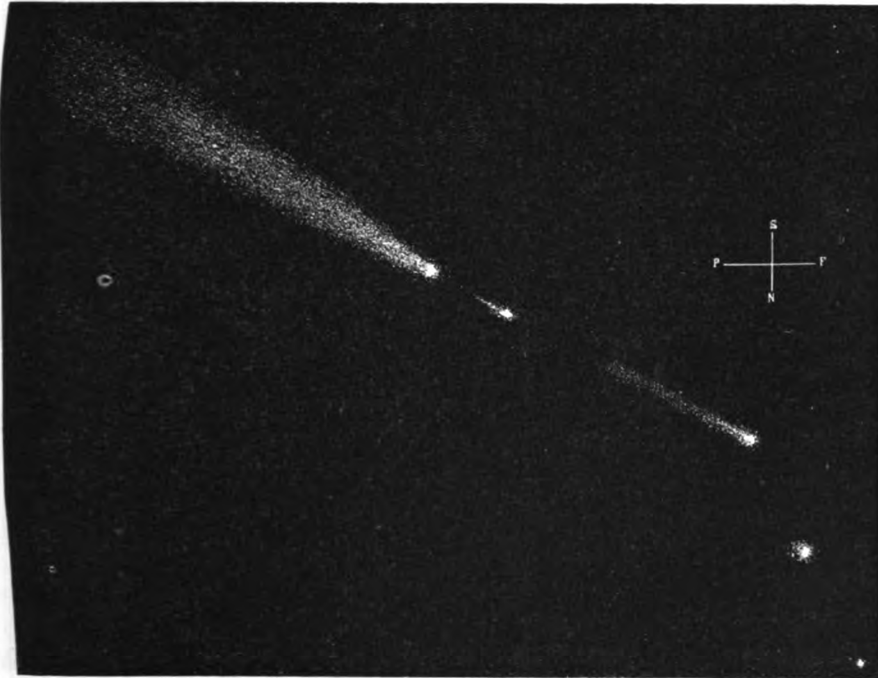
Aequatorials nach dem allgemeinen Muster nöthigen Geldmittel bewilligt, zweitens hat der Papst Leo XIII. sich entschlossen auch theilzunehmen an der Aufnahme der photographischen Himmelskarte. Die neue Sternwarte, welche sich derselbe eben auf dem Vatikan unter der Direktion von R. D. Denza einrichten läfst, wird ein photographisches Fernrohr erhalten, das lediglich für die zur Vollendung der Himmelskarte nöthigen Arbeiten Verwendung finden soll. Endlich hat drittens die gesetzgebende Körperschaft zu Buenos Ayres eine Gesetzesvorlage angenommen, nach welcher für die Arbeiten an der Himmelskarte 300 000 Francs bewilligt werden.

Schliefslich blieb noch eine äufserst wichtige und für die Zukunft des grofsen Werkes bedeutungsvolle Frage zu erledigen, nämlich die, ob es angezeigt sei, ein Central-Institut für die Ausmessungen, die Reduktionen und die Publikation der Ergebnisse zu gründen. Da jedoch gegen diesen Vorschlag Bedenken erhoben wurden, und man alle übrigen Beschlüsse in voller Einstimmigkeit gefafst hatte, so nahm das Comité in weiser Erkenntnifs der Nothwendigkeit, alle Differenzen zu vermeiden, vorläufig von diesem Projekte Abstand und beschränkte sich zunächst auf die Bestimmungen zur Ausführung der photographischen Himmelskarte selbst, welche uns einen Sternkatalog liefern wird, der eine Fülle wunderbarer Entdeckungen auf dem Gebiete der Fixsternastronomie in Aussicht stellt. Die Frage, wo man die Ausmessungen und die Publikation ihrer Ergebnisse am besten vornehmen wird, bleibt aber vorläufig noch eine cura posterior. Wie auch immer hierüber wird entschieden werden, das Zustandekommen der grofsen Himmelskarte ist zunächst gesichert, und man wird zweifellos auch die Zukunft und Vollendung des schönen Werkes vor aller Fährlichkeit behüten.



Komet Brooks. Bereits in den vorigen Heften dieser Zeitschrift berichteten wir über die Anfang August auf der Lick-Sternwarte zuerst wahrgenommene Theilung des von Brooks entdeckten Kometen. Die interessante Beobachtung wurde bald darauf durch Herrn Prof. Weiss in Wien, sowie auch in Frankreich durch die Herren Charlois und Bigourdan bestätigt. Wir sind heute in der Lage, eine in den „Astronomischen Nachrichten“ von Herrn Barnard veröffentlichte Zeichnung des merkwürdigen Kometen, wie er nach der Katastrophe erschien, zu reproduziren. — Derartige Zertheilungen von Kometen sind übrigens in diesem Jahrhundert schon mehrfach beobachtet

worden, das classische Beispiel lieferte im Jahre 1846 der berühmte Biélasche Komet, der sich alsdann vollständig in einen Sternschnuppenschwarm auflöste. Später zeigte der grofse Septemberkomet von 1882 zunächst eine Zertheilung des Kernes in mehrere hintereinanderliegende sternartige Verdichtungen, dann sah Schmidt in Athen einen kleinen Nebel, welcher den Kometen in unmittelbarer Nähe des Kopfes begleitete und offenbar von diesem sich losgelöst hatte, und schliefslich glaubte Herr Barnard eine gröfsere Anzahl ähnlicher begleitender



Nebel gesehen zu haben. Diese Theilungen und ebenso die wunderbaren Gestalts- und Helligkeitsänderungen, wie sie uns im vorigen Jahre der Komet Sawerthal kennen lehrte,*) beweisen, dafs in den Kometen ungemein gewaltsame Katastrophen an der Tagesordnung sind, die im allgemeinen auf eine Zerstörung dieser Weltkörper hinarbeiten. Die verschiedenen Theile eines zersprungenen Kometen laufen natürlich in nahezu der gleichen Bahn um die Sonne, infolge der bei der Katastrophe erhaltenen, entgegengesetzten Geschwindigkeiten werden sich jedoch die einzelnen Theile nach und nach immer weiter

*) vgl. Himmel u. Erde, I, S. 52.

von einander entfernen. Besitzt dann ein solcher Komet eine sehr lange Umlaufzeit, so werden zwischen den Wiederkünften der einzelnen Theile längere Pausen entstehen und es erklären sich solcherweise vielleicht die sogen. Kometensysteme, d. h. gewisse Gruppen von Kometenindividuen, welche wegen der nahezu parabolischen Bahnform unmöglich mit einander identisch sein können und doch in fast gleichen Bahnen einherlaufen. Einem solchen System gehören zum Beispiel die Kometen 1843 I, 1880 I und 1882 II an, und es wäre nach der eben ausgesprochenen Auffassung nicht unwahrscheinlich, dafs diese drei Kometen die im Laufe der Zeit weit auseinandergerückten Theile eines einzigen ehemaligen Kometen sind, der vor undenklichen Zeiten einmal in ähnlicher Weise, wie jetzt der Brooks sche Komet, eine Zertheilung erfahren haben mag*). F. Kbr.



Der Nebel in der Andromeda. Die beiden beigegebenen Abbildungen des interessanten Andromedanebels bilden eine nachträgliche Illustration zu den Seite 671 des vorigen Jahrgangs gegebenen Ausführungen des Herrn Dr. Scheiner über die Leistungen der Photographie auf dem Gebiete der Nebelflecke. Die erste Abbildung giebt die beste existirende Zeichnung des Nebels wieder, sie rührt von Trouvelot her, der sie am 15-zölligen Refraktor der Sternwarte zu Cambridge U. S. entworfen hat. Charakteristisch treten in dieser Zeichnung besonders die von Bond entdeckten dunklen Längsstreifen hervor. Die zweite Abbildung, eine Copie des vorzüglichen Photogramms von Mr. Roberts, zeigt uns den Nebel in ganz neuem Lichte, als Ring- oder vielleicht auch Spiral-Nebel. Die dunklen Streifen finden hier ihre naturgemässe Erklärung als die Zwischenräume zwischen den einzelnen Ringen, welche den Nebel zusammensetzen. Aber auch im übrigen zeigt sich in allen Stücken eine wesentliche Ueberlegenheit der Photographie über die blofse Zeichnung; wir begnügen uns jedoch heute damit, dem Leser durch die obigen Abbildungen ein eigenes Urtheil zu ermöglichen.



*) vgl. hierzu auch die im ersten Jahrgang S. 108 besprochenen Ansichten Bredichins über die Entstehung der elliptischen Kometenbahnen.



berts.

Das Standbild Le Verriers und die Geschichte der Neptunentdeckung.

Von der Siebenzahl der heute, aufser der Erde, gekannten grofsen Planeten Mercur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun kannten das Alterthum und Mittelalter nur die ersten fünf, da diese allein mit unbewaffnetem Auge zu sehen sind. Uranus wurde 1781 von Sir William Herschel durch die Sehkraft seines selbstgefertigten Telescopes aufgefunden, während Neptun, der weiteste der Planeten, auf Grund kühner rechnerischer Vorherverkündigung Le Verriers 1846 auf der Berliner Sternwarte zuerst als Planet erkannt worden ist. Vor dieser Entdeckung des Neptun waren die zweifellos erkannten aber noch unerklärten Unregelmäfsigkeiten im Laufe des Uranus auf dem Gebiete der Planetentheorie eine Quelle von Unsicherheit. Es war nicht möglich, auf der Basis der Gravitationstheorie*) eine Bahn für Uranus zu errechnen, die allen Beobachtungen desselben genügt hätte. Uranus war seit 1690 bis zu seiner Entdeckung bereits 19 mal als Fixstern durch Flamsteed, Bradley, Mayer und Le Monnier aufgezeichnet worden, aber eine umfassende Darstellung dieser älteren und der späteren Beobachtungen war 1821 von Alexis Bouvard, dem treuen Rechengehilfen von Laplace, vergeblich angestrebt worden. Zwei verschiedene Erklärungen boten sich für diese auffallende Thatsache dar; entweder galt das Anziehungsgesetz nicht so allgemein, wie bislang angenommen ward, oder ein noch unbekannter Körper verursachte die räthselhaften Störungen im Laufe des Uranus; ein dritter Weg nämlich, die Genauigkeit der älteren Beobachtungen überhaupt anzuzweifeln und dieselben demgemäfs zu vernachlässigen, führte Bouvard freilich zu einer vorläufigen Bahnbestimmung des Uranus aber zu keiner endgültigen Lösung der Frage, da schon nach wenigen Jahren der Planet wieder von dem in Bouvards Tafeln angegebenen Orte bedeutend abwich.**) Wollte man die Allgemeingültigkeit des Anziehungsgesetzes innerhalb des Planetensystems aufrechterhalten, so blieb nur die zweite Annahme übrig, dafs ein noch unbekannter Körper die Unregelmäfsigkeiten des Uranus verursache. Diese Annahme forderte die Astronomen zu dem neuen Unternehmen heraus, durch Umkehrung des gewöhnlichen Problems der Störungen — dessen Aufgabe es ist, den unbekannten Einflufs mehrerer bekannter Körper auf die Bewegung eines bekannten Körpers zu berechnen —

*) Himmel und Erde, Jahrg. 1, pag. 645 ff.

**) Der Fehler betrug 1830 bereits 20 Bogensecunden und stieg 1844 bis auf 2 Bogenminuten.

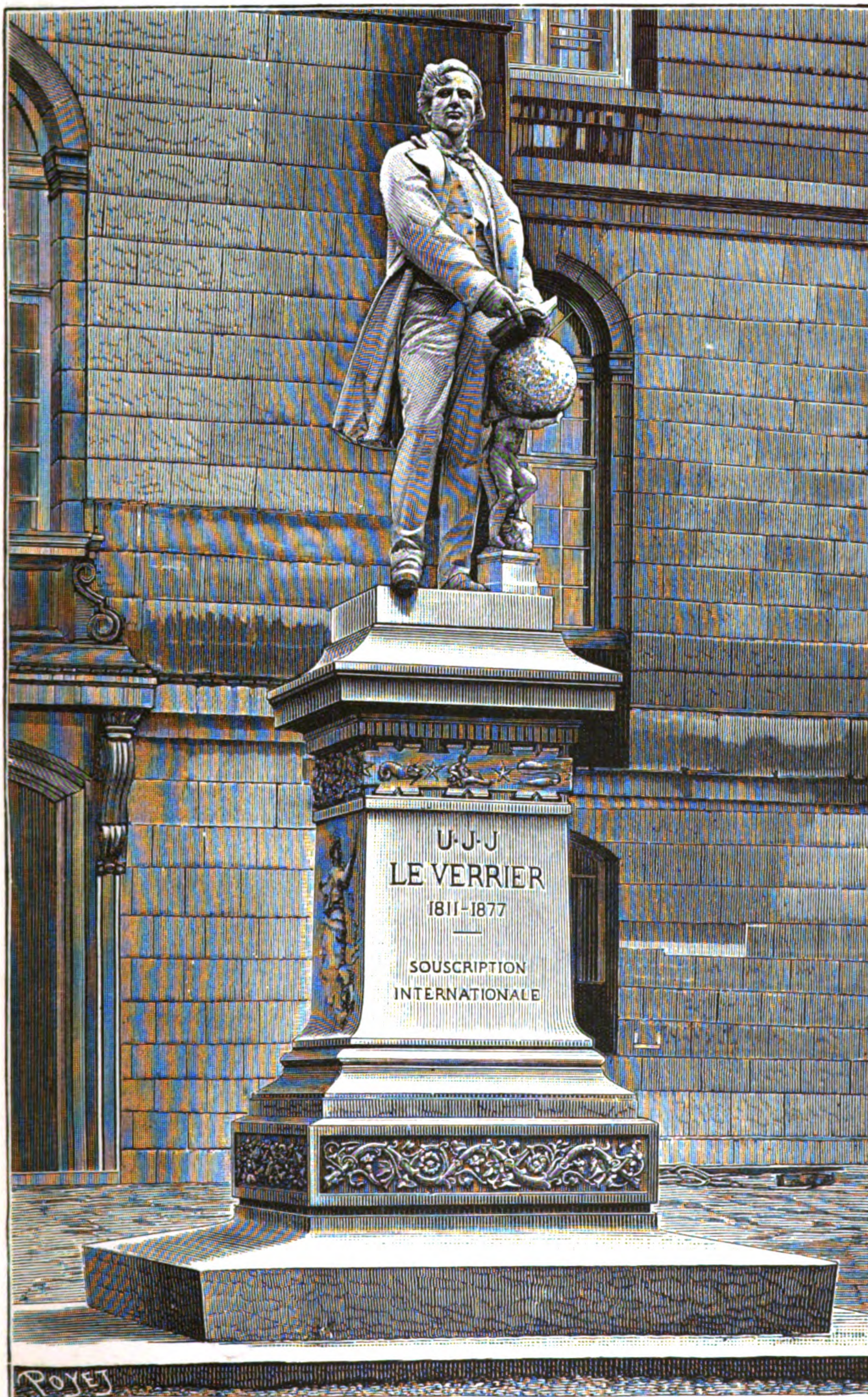
die bei weitem schwierigere Aufgabe zu lösen, aus dem bekannten Einflufs eines unbekannten Körpers (in diesem Falle Neptun) auf die Bewegung mehrerer bekannter Körper (in diesem Falle Jupiter, Saturn, Uranus), den Ort jenes nur durch seine Anziehung sich verrathenden Körpers zu errechnen. Viele Astronomen mögen die Lösung dieser Aufgabe versucht haben; überliefert sind uns die Versuche von Bouvards Neffen Eugen Bouvard, F. J. Hussey und Bessels Schüler Flemming. Einem jungen Franzosen, Urbain Jean Joseph Le Verrier, am 11. Juni 1811 zu Saint-Lô geboren, blieb die Lösung vorbehalten.

Im Sommer 1845 begann Le Verrier auf Anregung Aragos die analytische Bearbeitung des Uranusproblems, deren Ergebnisse er schon am 10. November 1845, am 1. Juni und 31. August 1846 in den Sitzungen der Pariser Akademie*) mittheilen konnte. Am 23. September 1846 erhielt Dr. Galle, damals Observator an der Berliner Sternwarte, von Le Verrier eine briefliche Aufforderung, nach dem errechneten Planeten am Himmel zu suchen. Noch in derselben Nacht entdeckte Galle mit Hülfe einer von Bremiker eben fertiggestellten Sternkarte, deren Zuhülfenahme D'Arrest angerathen hatte, unweit der von Le Verrier angegebenen Stelle den vielumworbenen Planeten Neptun. Die Wissenschaft feierte einen ihrer schönsten Triumphe; das Newtonische Weltgesetz stand jetzt gerechtfertigter da als je zuvor.

Der Ruhm Le Verriers, die optische Auffindung des Neptun durch seine mit ebensoviel Geschick als Ausdauer und Geduld geführten Rechnungen veranlafst zu haben, kann dadurch nicht geschmälert werden, dafs schon ein Jahr vor ihm der Engländer J. C. Adams die Aufgabe theoretisch mit gleichem Erfolg gelöst hatte, ohne jedoch seine Resultate zur allgemeinen Kenntnifs zu bringen. Nur Airy, der königliche Astronom in Greenwich, und Challis, der Director der Sternwarte in Cambridge, waren in die erst 1847 publicirten Untersuchungen von Adams vorher eingeweiht, und Neptun war bei den bezüglichen Nachsuchungen von Challis bereits mit aufgezeichnet, aber noch nicht als Planet erkannt worden.

Le Verrier beschlofs sein thatenreiches Leben am Jahrestage der Neptunentdeckung, am 23. September 1877, als Direktor der Sternwarte zu Paris. Auch ohne die Leistung der Neptunerrechnung würde Le Verrier den Riesen unter den Astronomen zugezählt werden

*) Diese Mittheilungen und die vom 5. October 1846 finden sich gesammelt in der „Connaissance des Temps pour 1849“ unter dem Titel: „Recherches sur les mouvements de la Planète Herschel par U. J. Le Verrier.“



Das Le Verrier-Denkmal
vor der Pariser Sternwarte.

müssen. Seine Untersuchungen über die Stabilität des Sonnensystems, und die periodischen Kometen von Lexell, De Vico und Faye, seine Leistungen auf dem Gebiete der Störungsrechnung aller grofsen Planeten hätten der wissenschaftlichen Welt schon allein die Berechtigung gegeben, Le Verriers Andenken durch ein Denkmal zu ehren. Ein solches ist am 27. Juni dieses Jahres durch den französischen Unterrichtsminister im Beisein vieler Gelehrten im Ehrenhof der Pariser Sternwarte feierlichst enthüllt worden. Die Herstellungskosten sind auf dem Wege einer internationalen Sammlung dem Errichtungscomité zugeflossen. Das Standbild, dessen Abbildung diesem Hefte als Titelbild beigegeben ist, trägt die einfache Inschrift

U. J. J. Le Verrier 1811—1877.

Die Leverriersche Vorherverkündigung des Neptun ist von dem Künstler Chapu in sinniger Weise durch die kühne Hindeutung Le Verriers auf einen Punkt der Himmelssphäre angedeutet worden.

Das schönste Denkmal hat sich Le Verrier in seinen Abhandlungen in den „Annalen der Pariser Sternwarte" selbst gesetzt.

F. S. Archenhold.



Statistik der Erdbeben in Japan. Die „Official Gazette" von Japan enthält eine Zusammenstellung aller Erdstöfse, welche von 1875 bis 1889 auf dem meteorologischen Central-Observatorium in Tokio registrirt worden sind. Hiernach wurden während der letzt vergangenen neun Jahre in Tokio nicht weniger als 592 mehr oder minder heftige Erderschütterungen des Bodens beobachtet. Auf das Jahr 1888 fallen allein 181, sodafs hier also im Durchschnitt jeden zweiten Tag ein Erdbeben stattfand. Die Anfangs- und Endmonate des Jahres zeichneten sich besonders durch seismische Thätigkeit aus. Der Monat März übertrifft alle, ihm zunächst kommt Dezember; der August ist dagegen fast frei von kritischen Tagen. Die Gebäude Tokios ruhen zumeist auf Alluvialboden, der erfahrungsmäfsig den Erderschütterungen weniger Widerstand entgegensetzt als fester Felsgrund.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat November-Dezember.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
15.	Nov.	Letztes Viertel	10h 38m Ab.	1h 35m Nm.
23.	„	Neumond	7 47 Mg.	4 27 Ab.
24.	„	Erdnähe	9 12 „	5 8 „
29.	„	Erstes Viertel	1 18 Nm.	11 13 „
7.	Dez.	Vollmond	4 1 „	7 43 Mg.
10.	„	Erdferne	6 17 „	10 30 Vm.
15.	„	Letztes Viertel	11 54 Ab.	0 42 Nm.

Maxima der Libration: 21., 29. November, 6., 14. Dezember.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Nov.	14h 23m	−12° 31'	5h 50m Mg.	3h 50m Nm.	13h 47m	− 9° 19'	4h 58m Mg.	3h 32m Nm.
17. „	14 47	−14 53	6 12 „	3 44 „	14 6	−11 6	5 11 „	3 25 „
21. „	15 11	−17 6	6 34 „	3 40 „	14 25	−12 50	5 24 „	3 18 „
25. „	15 37	−19 8	6 56 „	3 36 „	14 44	−14 28	5 37 „	3 13 „
29. „	16 3	−20 56	7 18 „	3 34 „	15 4	−16 1	5 51 „	3 7 „
3. Dezb.	16 29	−22 27	7 39 „	3 33 „	15 24	−17 27	6 3 „	3 3 „
7. „	16 56	−23 41	7 59 „	3 35 „	15 44	−18 46	6 17 „	2 59 „
11. „	17 23	−24 36	8 21 „	3 40 „	16 5	−19 56	6 29 „	2 55 „
15. „	17 51	−25 9	8 40 „	3 48 „	16 26	−20 58	6 42 „	2 54 „

7. Dezember Sonnenferne.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Nov.	12h 12m	+ 0° 12'	2h 29m Mg.	2h 41m Nm.	18h 33m	−23° 21'	11h 6m Vm.	6h 42m Nm.
21. „	12 26	− 1 14	2 27 „	2 23 „	18 39	−23 17	10 48 „	6 24 „
27. „	12 39	− 2 38	2 23 „	2 5 „	18 44	−23 12	10 29 „	6 7 „
3. Dezb.	12 52	− 4 1	2 20 „	1 48 „	18 50	−23 7	10 10 „	5 50 „
9. „	13 5	− 5 22	2 16 „	1 30 „	18 55	−23 0	9 52 „	5 32 „
15. „	13 18	− 6 41	2 13 „	1 13 „	19 1	−22 53	9 33 „	5 15 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
17. Nov.	10h 23m	+11° 37'	11h 30m Ab.	1h 46m Nm.	13h 31m	− 8° 55'	4h 31m Mg.	3h 4m Nm.
25. „	10 24	+11 32	11 1 „	1 15 „	13 33	− 9 5	4 2 „	2 34 „
3. Dezb.	10 25	+11 29	10 30 „	0 44 „	13 34	− 9 13	3 33 „	2 3 „
11. „	10 25	+11 28	9 59 „	0 13 „	13 36	− 9 21	3 4 „	1 32 „
19. „	10 25	+11 30	9 27 „	11 41 Vm.	13 37	− 9 28	2 34 „	1 1 „

Elongation des Saturntrabanten Titan: 21. Nov. westl., 29. östl., 6. Dez. westl., 14. Dez. östl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Nov.	4h 7m	+ 19° 12'	4h 48m Nm.	8h 36m Vm.
27. „	4 6	+ 19 7	3 47 „	7 35 „
12. Dezb.	4 4	+ 19 2	2 47 „	6 33 „

3. Beobachtbare Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

18. Nov. II. Trab. Verfinst. Austritt 4h 29m Nm. (28m nach Sonnenunterg.).
25. „ I. „ „ „ 4 6 „ (13 „ „).
(Die weiteren Verfinsterungen der Trabanten werden wegen der sonnennahen Stellung des Jupiter allmählich nicht beobachtbar.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröſse	Eintritt	Austritt
18. Novemb.	* ν Virginis	4.4m	3h 2m Mg.	4h 6m Mg.
29. „	* τ Aquarii	4.0	5 1 Nm.	6 11m Nm.
8. Dezemb.	* η Gemin.	3—4	6 5 „	6 59 „

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1889 Rectas.	1889 Declin.
R Tauri	30. Nov.	7.4m	13m	4h 22m 13s	+ 9° 55'
U Monocer.	18. „	6.0	7.2	7 25 29	— 9 33
R Virginis	30. „	6.7	11	12 32 53	+ 7 36
R Serpentis	9. Dezb.	5.6	11	15 45 35	+ 15 28
R Scuti	13. „	5	8	18 41 34	— 5 49
R Lyrae	6. „	4.3	4.6	18 51 57	+ 43 48
R Aquilae	26. Nov.	6.7	11	19 1 1	+ 8 4

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 19., 23., 28. Nov., 3., 8., 13. Dez. Nachts.
Algol . . 16. Nov. Mg., 21. Ab., 27. Nm., 3. Dez. Mg., 9. Mg., 14. Ab.
U Coronae . . 18. Nov. Mg., 24. Ab., 1. Dez. Ab., 8. Ab., 15. Dez. Nm.
S Cancri . . 22. Nov. Ab., 2. Dezb. Mg., 11., Ab.
Y Cygni . . (Jedes 3. Min.): 16. Nov. Nm., 21. Mg., 25. Nm., 30. Mg., 4. Dez Nm., 9. Mg., 13. Mitt.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 20. Nov.
β Lyrae . . 27. Nov., 10. Dez.
η Aquilae . . 16., 23., 30. Nov., 7., 15. Dez.
δ Cephei . . 18., 23., 28. Nov., 4., 9., 14. Dez.

6. Meteoriten.

Am 27. November haben die „Andromeden“ ihr Maximum,*) sie werden, da der Mond nicht sichtbar ist, gut wahrgenommen werden können, in diesem Jahre allerdings nicht in ihrem Glanze. In der ersten Hälfte des Dezember schwärmen auch die „Geminiden“ (Maximum 10. Dez.); ihr Ausgangspunkt liegt wenig westlich von Castor in den Zwillingen; der Mond wird der Beobachtung etwas störend sein. Bemerkenswerth ist noch ein um den 6. Dezb. im „Stier“ aus dem Radiationspunkte von $AR = 80°$, $D = +23°$ entspringender, nicht unbeträchtlicher Meteoritenstrom; der Vollmond dürfte aber die Beobachtung sehr beeinträchtigen.

7. Nachrichten über Kometen.

Der Julikomet Brooks bewegt sich im November und Dezember mit langsam abnehmender Helligkeit in den „Fischen“. Die Umlaufszeit des Gestirns hat sich nach den jetzt mehr mit einander übereinstimmenden Bahnen der Rechner ungefähr gleich der des Fayeschen Kometen herausgestellt, nämlich etwa $7\frac{1}{2}$ Jahre. Unter den anfangs August neben dem Kopfe des Kometen aufgetretenen drei oder vier Nebelmassen scheinen, so viel die Mefsungen an den grofsen Fernröhren von Wien und Mt. Hamilton erkennen lassen, Bewegungen verfolgbar zu sein; auch eine Veränderlichkeit des Lichtes dieser merkwürdigen Gebilde ist in Wien bemerkt worden.

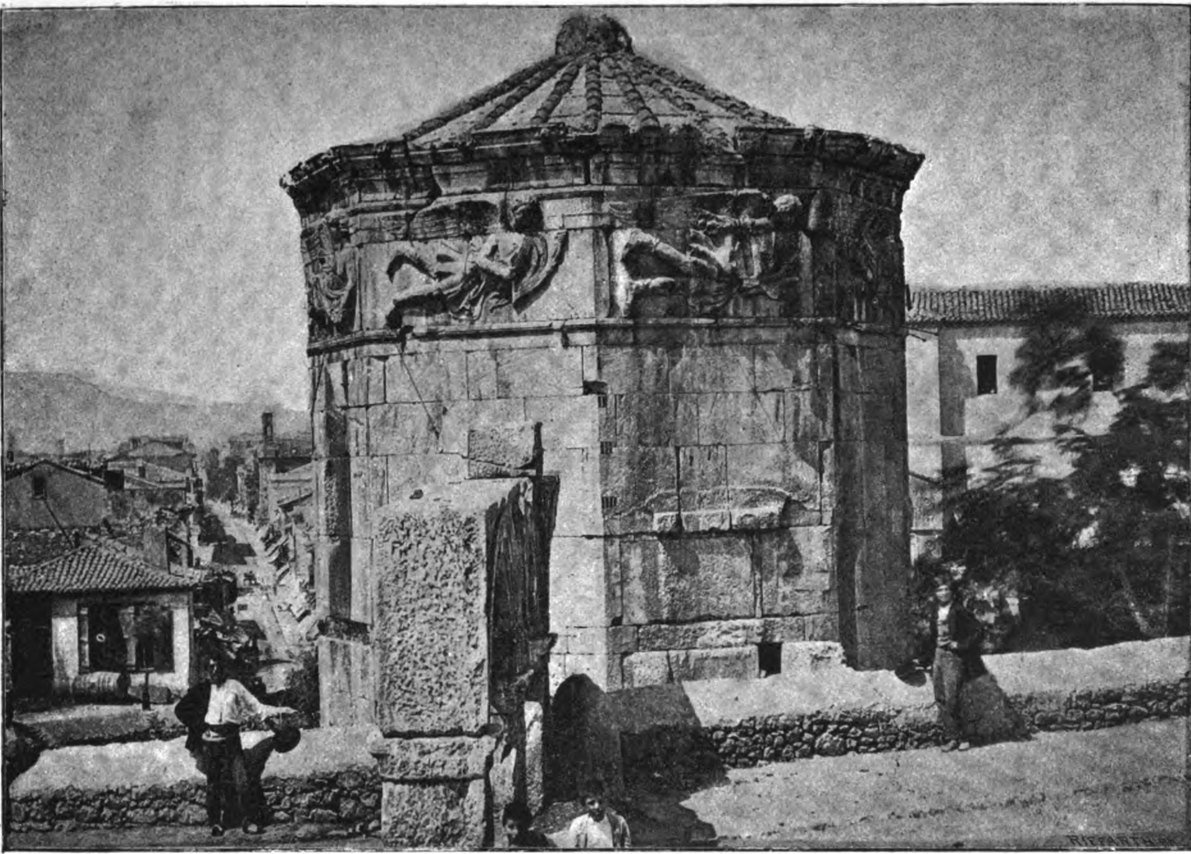
Der Davidsonsche Komet steht Anfang November im centralen Theile des Herkules und bewegt sich mit ziemlich constanter schwacher Helligkeit in der Richtung gegen Wega.

Der Barnardsche Märzkomet steht Anfang des November im südlichen Theile des Wallfisches, und hat um den 6. November wieder jene Lichthelle, die er bei seiner Auffindung gezeigt hat.

*) Radiationspunkt $AR = 25°$, $D = +44°$.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Der Thurm der Winde in Athen.



Die Anfänge der meteorologischen Beobachtungen und Instrumente.

Von Dr. **G. Hellmann,**

Mitglied des kgl. meteorologischen Instituts in Berlin.

In der Entwicklungsgeschichte der meteorologischen Beobachtungen lassen sich drei deutlich von einander getrennte Perioden unterscheiden.

Die erste, welche mit den Anfängen menschlicher Kultur anhebt und etwa bis zur Mitte des 15. Jahrhunderts reicht, bietet nur vereinzelte meteorologische Wahrnehmungen, denen die Regelmäfsigkeit und eine zielbewufste Ausführung vollständig abgeht. Mit der zweiten Periode beginnen die systematischen meteorologischen Beobachtungen, welche Tag für Tag, bisweilen in noch kürzeren Zwischenräumen, regelmäfsig fortgeführt werden. Diese erlangen jedoch erhöhte Bedeutung erst nach der Erfindung der wichtigsten Instrumente, so dafs man um die Mitte des 17. Jahrhunderts die dritte Periode, die der systematischen instrumentellen Beobachtungen, ihren Ursprung nehmen lassen kann. Es bildet deshalb die Erfindung der meteorologischen Instrumente die wichtigste Epoche in der Geschichte der Meteorologie überhaupt; denn, wenn auch die praeinstrumentelle Witterungskunde bereits manche Thatsachen richtig erkannt und insbesondere einen reichen Schatz von Erfahrungen auf meteorologischem Gebiete angesammelt hatte, so gestatteten doch erst wirkliche Messungen mit Instrumenten quantitative Werthe und Verhältnifszahlen an die Stelle von unbestimmten Abschätzungen des Mehr oder Minder zu setzen

und somit das Verständnifs der Abhängigkeit der einzelnen Witterungsfaktoren von einander erfolgreich anzubahnen.

Die ersten Anfänge dieser dritten Periode, der instrumentellen Meteorologie, sollen uns im Folgenden des Näheren beschäftigen. Zu dem Ende müssen indessen zuvor noch einige wichtige Thatsachen aus den beiden vorangegangenen Perioden beigebracht werden, um die allmähliche Entwicklung der Beobachtungen und die natürlichen Uebergänge und Zwischenglieder der eben unterschiedenen Zeitabschnitte deutlicher erkennen zu lassen. —

Von der Meteorologie als Wissenschaft spricht man mit Recht erst seit wenigen Jahrzehnten, aber als Wissensgebiet besteht dieselbe schon seit den ältesten Zeiten.

Bereits im Anbeginn der Kultur, als der Mensch noch nomadisirend lebte, und erst recht später, als er sefshaft geworden war, Ackerbau und Viehzucht betrieb, mufsten bei dem langen Aufenthalt im Freien unwillkürlich allerlei Wahrnehmungen über Witterungserscheinungen gemacht werden, die meistentheils zwar noch unrichtig gedeutet und aufgefafst wurden, allmählich aber doch zur Erkenntnifs von einer Reihe wichtiger Thatsachen führten. Da bei der vom Menschen sicherlich bald erkannten Abhängigkeit des Gedeihens der Feldfrüchte von der Witterung alle diesbezüglichen Wahrnehmungen einen praktischen Hintergrund hatten, darf es uns nicht wunder nehmen, dafs wir schon im grauen Alterthume eine ziemlich weit entwickelte Lehre von den Wetterzeichen antreffen: ein Gesichtspunkt, der für die Entwicklung der Meteorologie nahezu zwei Jahrtausende hindurch ausschliefslich bestimmend gewesen ist.

Theoretiker, wie Aristoteles, waren darum selten; vielmehr trug die meteorologische Litteratur der alten Griechen und Römer zumeist das Gepräge von Aratus' „Sternerscheinungen und Wetterzeichen“, welche insbesondere bei den praktisch gesinnten Römern in den Werken der Geoponiker, d. h. der Schriftsteller über den Landbau, weiteren Ausbau erfuhren. Ja, wenn man Columellas Calendarium rusticum durchsieht, in welchem fast für jeden Tag im Jahre die wahrscheinlich zu erwartende Witterung, insbesondere die Windrichtung, verzeichnet steht, mufs man annehmen, dafs schon zu jener Zeit, also unter Neros Herrschaft, regelmäfsig fortgesetzte Beobachtungen gemacht worden sind. Indessen besitzen wir in den uns überkommenen Werken des klassischen Alterthums kein einziges meteorologisches Tagebuch, welches systematische Witterungsaufzeichnungen enthielte. Auch wissen wir nicht, wer zuerst ein solches Wetterjournal geführt hat.

Auf die Autorität Alexander von Humboldts hin nahm man bisher gewöhnlich an, dafs dies von Christoph Columbus auf seiner ersten Fahrt nach Amerika im Jahre 1492 geschehen sei. Nachdem ich aber in dieses Tagebuch, dessen Echtheit ja obendrein von manchen in Frage gestellt wird, nähere Einsicht genommen habe, mufs ich sagen, dafs hier von einer regelmäfsigen und einigermafsen planvollen Beobachtungsreihe keine Rede sein kann. Es sind immer nur vereinzelte Bemerkungen über Witterungserscheinungen, die für uns ein besonderes Interesse deshalb haben, weil darin zum ersten Male einige charakteristische Verhältnisse im Klima der durchfahrenen Gebiete, z. B. des Windstillengürtels, zum Ausdruck kommen.

Wie überall in der Natur und in der Geschichte, darf man vielmehr auch in unserem Falle eine allmähliche Entwicklung der meteorologischen Beobachtungen aus der ersten Periode in die zweite, d. h. aus vereinzelten in systematische, als naturgemäfs annehmen.

Die Chronikenschreiber pflegten schon im frühesten Mittelalter Nachrichten, zunächst nur über ganz aufsergewöhnliche Witterungsvorgänge, zu verzeichnen und später in immer mehr sich vervollkommnender Weise den Witterungscharakter der einzelnen Jahre, bisweilen auch schon der Jahreszeiten, zu notiren. Aus diesen Anfängen heraus hat sich meines Erachtens die systematische Witterungsbeobachtung entwickelt. Irgend ein zur Beobachtung besonders geneigter Gelehrter, vielleicht ein Mönch, hat zum ersten Male Tag für Tag die Witterung verfolgt und in einem Kalender, einem Missale oder sonst einem Alltagsbuche niederzuschreiben nicht versäumt.

Wer dies gethan, vermag ich freilich nicht zu sagen. Doch scheint aus verschiedenen Gründen, die anzuführen hier zu lang sein würde, Italien auch in dieser Beziehung das Vorrecht zu gebühren; werden wir es doch bald als das eigentliche Vaterland der instrumentellen Meteorologie kennen lernen. Als Zeitpunkt nehme ich die Mitte des 15. Jahrhunderts an.

In Deutschland fallen die ersten regelmäfsigen Witterungsaufzeichnungen in eine etwas spätere Zeit, in den Anfang des 16. Jahrhunderts. Der Nürnberger Geistliche Johann Werner, welcher von 1493—98 in Rom lebte und später in seiner Heimath thätig war, scheint dieselben in den Jahren 1513—20 gemacht zu haben; doch werden in den nach seinem Tode von Johann Schoner im Jahre 1546 veröffentlichten „Canones sicut brevissimi, ita etiam doctissimi, complectentes praecepta et observationes de mutatione aurae, clarissimi mathematici Joannis Verneri Norici“ die Beobachtungen nicht aller

Tage mitgetheilt. Dafür wird, entsprechend der in jene Zeit fallenden Blüthe astro-meteorologischen Aberglaubens, jede Witterungserscheinung, und sei es auch ein einfacher Gewitterregen, durch Konstellations-Einflüsse der Gestirne zu erklären gesucht. Wirkliche tägliche Notirungen dagegen enthält ein werthvolles Manuskript der Königlichen Bibliothek zu Dresden, welches eine „Auffmerckung der täglichen Witterung über das Jahr 1576“ für Dresden nachweist. Es soll entweder vom Kurfürsten August von Sachsen selbst oder auf dessen unmittelbaren Befehl abgefasst sein. Da auch für die Jahre 1579—80 und 1581—82 ähnliche Witterungstagebücher noch vorhanden sind, darf man eine längere, ununterbrochene Beobachtungsreihe voraussetzen und annehmen, dafs die fehlenden Jahre verloren gegangen sind. Bei dem regen Sinne jenes Fürsten für Kunst und Wissenschaften, sowie bei seiner (und seiner Gemahlin Anna) Vorliebe für Alchimie und die mit dieser oft verbündeten Astrologie, erscheint uns seine Antheilnahme an den täglichen Witterungsbeobachtungen sehr wohl begreiflich. Die Geschichte der Meteorologie weifs noch manche andere Fälle aufzuzählen, in denen Fürsten meteorologische Beobachtungen selbst gemacht oder die Anstellung solcher unmittelbar veranlafst haben; wird sich weiterhin doch noch Gelegenheit bieten, zu zeigen, wie das erste meteorologische Beobachtungsnetz der Initiative eines Fürsten seine Entstehung verdankt.

Im übrigen gebührt zumeist den Astronomen jener Zeit das Verdienst, auch regelmäfsige Witterungsnotizen gemacht zu haben. So führte Tycho Brahe auf seiner Sternwarte Uraniaborg von 1582 bis 97 ein sehr vollständiges meteorologisches Tagebuch, welches erst vor wenigen Jahren durch die Dänische Akademie der Wissenschaften veröffentlicht worden ist. Ebenso stellte Kepler seit 1604 in Prag, seit 1628 in Sagan regelmäfsige Beobachtungen an, und auch die analogen Aufzeichnungen, welche der Landgraf Hermann von Hessen während der Jahre 1623—46 zu Kassel machte und später (1651) unter dem Pseudonym Uranophilus Cyriandrus in dem dickleibigen Werke „Historia Meteorologica, Das ist Vier und zwantzig Jährige eigentliche vnd trewfleifsige Observation vnd tägl. verzeichnifs des Gewitters,*) vom 1. Januar 1623 an bis zum letzten Dec. 1646 in dreyen membris verfafst ......“ veröffentlichte, verdienen gleichfalls

*) Gewitter nannte man damals, was wir heute unter Wetter verstehen, während unser heutiges Gewitter mit Donnerwetter, Unwetter u. dergl. bezeichnet wurde.

hier genannt zu werden. Ihr Abschlufs fällt in eine Zeit, zu der in Italien bereits sämtliche meteorologische Instrumente erfunden waren, also in den Anfang der dritten Periode in der Entwicklungsgeschichte der meteorologischen Beobachtungen. Wir wenden uns daher nunmehr der Betrachtung von deren Anfängen zu, verfolgen die Erfindungsgeschichte der wichtigsten meteorologischen Werkzeuge in derselben Reihenfolge, in welcher sie entstanden sind, untersuchen ihre Entwicklung und Vervollkommnung aber nur bis zu dem Stadium, in welchem sie bei der Ausführung der ersten instrumentellen Beobachtungen wirklich in Gebrauch kamen.

Weitaus das älteste aller meteorologischen Instrumente ist die Windfahne. Eigentlich bedarf ein Beobachter an einer frei gelegenen Station keines Apparates zur Bestimmung der Windrichtung, wenn er die Himmelsrichtungen kennt und sich mit der Unterscheidung von acht Windrichtungen begnügt. Aber selbst die Eintheilung des Horizontes und die Benennung der Himmelsrichtungen, welche uns heutzutage als etwas ganz Selbstverständliches erscheinen, sind nicht von Anbeginn der Kultur vorhanden gewesen, sondern haben sich aus dem Bedürfnifs der Wissenschaft und der Praxis allmählich herausgebildet. Es wäre eine ebenso interessante wie lohnende Aufgabe, die Entwicklungsgeschichte der Windrose des Näheren zu verfolgen; doch mag es an dieser Stelle genügen, das Wichtigste daraus hervorzuheben.

Seneca (Medea 316) behauptet, dafs man in den ältesten Zeiten keinerlei Himmelsgegenden unterschieden habe, weil die nur längs der Küsten erfolgende Schifffahrt auf die Winde und deren Richtung wenig Rücksicht zu nehmen hatte. Doch schon zu Homers und Hesiods Zeiten, also im 9. und 8. Jahrhundert vor Christi Geburt, werden die von den vier Hauptweltgegenden kommenden Winde mit Namen benannt und ihre klimatischen Eigenschaften für Griechenland richtig geschildert. Boreas ist der kalte, brausende und einherstürmende Nordwind, Euros oder (nach Hesiod) Agrestes der „klare und helle" Morgenwind, Notos der feuchte Südwind und Zephyros der von den Dichtern verherrlichte Westwind, welcher den Frühling bringt. Indessen darf die, offenbar durch den scheinbaren täglichen Lauf der Sonne veranlafste Viertheilung des Horizontes nicht als eine Erfindung der Hellenen aufgefafst werden. Dieselbe findet sich schon in phönizischen Sagen angedeutet. Dagegen ist in Griechenland diese ein-

fachste Windrose erweitert worden, indem man, wahrscheinlich schon vor Herodot (ca. 500 v. Ch.), neben den vier Hauptwinden noch ebensoviele Nebenwinde unterschied. Bei Aristoteles (384—322 v. Ch.), dem ersten, welcher ein besonderes Buch über die Namengebung der Winde geschrieben hat, erscheint die achttheilige Windrose bereits als etwas längst Bekanntes. Gleichzeitig tritt aber auch eine Zwölftheilung der Windrose auf, in welcher jedem der vier Hauptwinde je zwei Nebenwinde zugesellt sind. Da dieselbe in dem Werk περὶ κόσμου Erwähnung findet, welches gewöhnlich dem Aristoteles zugeschrieben wird, hat man mit Recht geschlossen, dafs diese Schrift einen anderen Verfasser haben mufs, was auch aus anderen, rein philologischen Gründen wahrscheinlich sein soll. Indessen scheint die Eintheilung in acht Winde für die damaligen Bedürfnisse vollkommen ausreichend gewesen zu sein; denn diese Windscheibe fand die meiste Verbreitung in Griechenland, während später im römischen Reiche beide Eintheilungen, die acht- und die zwölftheilige, gleichberechtigt nebeneinander bestanden. M. Terentius Varro und L. Aennaeus Seneca nennen zwölf Winde, wogegen C. Plinius Secundus maior und viele andere römische Schriftsteller deren nur acht angeben. Freilich geht es dabei ohne einige Verwechslungen nicht ab, indem zuweilen von verschiedenen Autoren verschiedene Winde mit demselben Namen bezeichnet werden, eine Schwierigkeit, welche sich ganz besonders geltend macht bei dem grofsen Architektur-Schriftsteller Vitruvius, der zum ersten Male 24 Windrichtungen unterscheidet. Dieser Eintheilungsversuch scheint indessen ganz vereinzelt geblieben zu sein; denn als mit dem Wiederaufleben der Wissenschaften im christlichen Abendlande auch über derartige Probleme wieder nachgedacht und geschrieben wurde, ging man ausschliefslich auf die Zwölfzahl der Winde zurück. Die grofsen Kirchenväter Isidorus Hispalensis (im 7. Jahrhundert), Beda Venerabilis, Hrabanus Maurus, Gervasius, Honorius Augustodunensis u. A. nennen in ihren kosmologischen Werken immer nur zwölf Winde, bald mit lateinischen, bald mit griechischen Namen, obwohl schon zur Zeit Karls des Grofsen (nach seinem Biographen Eginhart sogar von ihm selbst) der wesentliche Fortschritt gemacht worden war, zur Bezeichnung aller Winde nur die Namen der vier Hauptwinde (Nord, Ost, Süd West) kombinatorisch zu benutzen. Die von Eginhart in der Schrift über das Leben Karls des Grofsen mitgetheilte Windrose ist die folgende:

Lateinisch	Zur Zeit Karls des Grofsen	Jetzt
Subsolanus	Ostroni	Ost
Eurus	Ostsundroni	Ost-Süd-Ost
Euroauster	Sundostroni	Süd-Ost
Auster	Sundroni	Süd
Austroafricus	Sundwestroni	Süd-Süd-West
Africus	Westsundroni	Süd-West
Zephyrus	Westroni	West
Corus	Westnordroni	West-Nord-West
Circius	Nordwestroni	Nord-West
Septentrio	Nordroni	Nord
Aquilo	Nordostroni	Nord-Nord-Ost
Vulturnus	Ostnordroni	Nord-Ost.

Diese geistreiche Art der Kombination von vier Namen zur Bezeichnung aller Windrichtungen hat später so allgemeinen Anklang gefunden, dafs bei allen europäischen Nationen, mit Ausnahme der Italiener, die Namen der Winde germanischen Ursprungs sind. Wenn ich noch hinzufüge, dafs die bis jetzt gebräuchliche Eintheilung des Horizontes in 16 (später in 32 u. s. w.) Theile erst nach der Einführung des Kompasses in der Schifffahrt zur Anwendung gekommen ist, dürfte ich diese Frage hier wohl als erledigt betrachten und nunmehr zur Urgeschichte der Windfahne selbst übergehen.

Die älteste Vorrichtung zur Beobachtung der Windrichtung, von der wir Kunde haben, ist der „Thurm der Winde“ zu Athen, welchen Andronicus Cyrrhestes, ein aus Syrien stammender, sonst aber unbekannter Baumeister, etwa ums Jahr 100 v. Ch. gebaut hat. Dieser heute noch in seinen wesentlichen Theilen erhaltene Thurm ist im Titelbilde nach einer modernen Photographie dargestellt.

Auf einem aus Marmor gefügten und nach den Himmelsrichtungen orientirten Oktogon erhob sich ein kleines Dach, auf dessen centraler Spitze die eigentliche Windfahne in der Form eines Tritons oder Meergottes sich drehte. Derselbe stellte sich dem Winde entgegen und zeigte mittels eines nach unten gekehrten Stabes, den er in der rechten Hand hielt, auf die entsprechende Inschrift unterhalb des Architravs, wo die griechischen Namen der acht Hauptwinde eingemeifselt sind.

In echt künstlerischer Auffassung hatte Andronicus unterhalb dieser Namen noch allegorische Figuren in Basrelief zur Charakterisirung der verschiedenen Windrichtungen anbringen lassen. Zephyr, der Frühlingswind, trägt Blumen im Schoofs, Boreas, der rauhe Nordwind,

ist eingehüllt und hält eine Muschelschaale in der Hand, zum Zeichen seiner Herrschaft über das Meer, u. s. w. Aufserdem befand sich an dem Thurme eine Sonnenuhr, wie man aus den Stundenlinien in obiger Abbildung noch jetzt sehen kann. Wer sich über dieses in meteorologischer wie architektonischer Beziehung gleich merkwürdige Bauwerk näher unterrichten will, den verweise ich auf die ausführliche, durch zahlreiche Abbildungen unterstützte Beschreibung, welche Stuart in seinem grofsen Werke „The Antiquities of Athens" (Bd. I Kap. 3) gegeben hat.

Der bereits oben genannte M. Terentius Varro, welcher des Thurmes der Winde zuerst Erwähnung thut, liefs sich auf seinem Landgute gleichfalls eine Windfahne aufstellen, welche sogar schon so eingerichtet gewesen zu sein scheint, dafs man die Windrichtung von innen ablesen konnte („ut intus scire possis"). Es ist jedoch sehr unwahrscheinlich, dafs die Windfahnen zu römischer Zeit eine nennenswerthe Verbreitung gefunden hätten; denn es giebt weder ein griechisches noch ein lateinisches Wort zur Bezeichnung derselben. Die Namen petulum, ventilogium u. a. sind alle erst später gebildet worden und bedeuten bei den Schriftstellern des Mittelalters den Wetterhahn, der auch gallus genannt wurde.

Es war nämlich im christlichen Abendlande Sitte geworden, auf die Kirchthurmspitzen eine Wind- oder Wetterfahne zu setzen, der man wohl deshalb die Gestalt eines Hahnes gab, weil dieser Vogel stets als Emblem klerikaler Wachsamkeit galt. Wann und wo dieser Brauch entstanden ist, liefs sich bis jetzt nicht ermitteln; doch führt Beckmann in seinen werthvollen „Beiträgen zur Geschichte der Erfindungen", denen auch die vorhergehende Darstellung manche Angaben verdankt, eine Stelle aus Ughellis Italia Sacra an, der zufolge der Bischof Rampertus von Brixen in Tirol einen Wetterhahn auf der dortigen Kirche bereits im Jahre 820 anbringen liefs.

An solchen Wetterhähnen mögen gar manche Beobachtungen über Windrichtungen, von denen wir keine Kunde mehr haben, gemacht worden sein; deutet doch schon der Name darauf hin, dafs man durch wirkliche Beobachtungen zu der ganz richtigen Anschauung gekommen war, dafs der Wind das Wetter mache. Indessen lassen sich an Kirchthurm-Windfahnen in gröfserer Höhe, wie jedermann aus Erfahrung weifs, selbst bei gutem Tageslicht 16 Richtungen nur mit Mühe unterscheiden, so dafs es als ein grofser Fortschritt in der Bestimmung der Windrichtung gelten mufste, als gut funktionirende „durchgehende" Windfahnen, bei denen man die Richtungen auf einer

an der Stubendecke oder sonstwo im Hause befestigten Windrose zu jeder Zeit aufs genaueste ablesen konnte, konstruirt wurden und in allgemeineren Gebrauch kamen. Soweit meine Nachforschungen bis jetzt reichen, gebührt dieses Verdienst dem italienischen Kosmographen Egnatio Danti, einem in der Geschichte der Astronomie rühmlich genannten Professor zu Bologna (zuletzt Bischof von Alatri), welcher in den siebziger Jahren des 16. Jahrhunderts mehrere solche Wind-

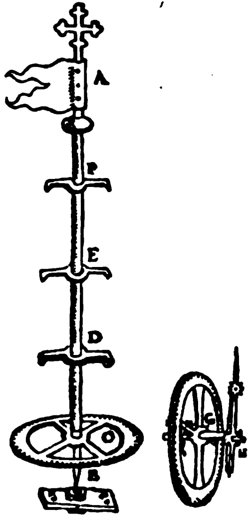


Fig. 1.

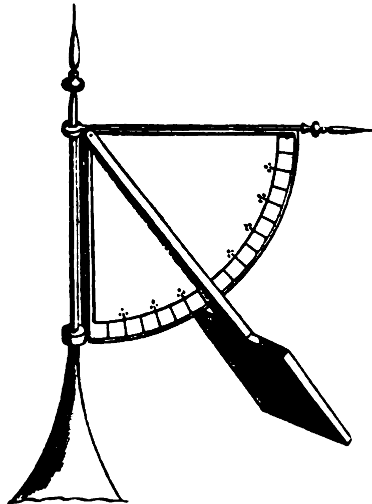


Fig. 2.

fahnen zu Bologna und zu Florenz aufstellen liefs. Er nahm daraus zugleich Veranlassung, in einer besonderen Schrift (Anemographia. Bologna 1578. Fol.) die neue Konstruktion zu beschreiben und einen für die damalige Zeit recht vollständigen Traktat über die Winde überhaupt beizufügen. Dantis in Fig. 1 abgebildete Windfahne war so eingerichtet, dafs die Windrose sowohl in horizontaler Lage an einer Decke, als auch in vertikaler Lage an einer Wand angebracht werden konnte.

Während also schon frühzeitig Apparate zur genauen Beobachtung der Windrichtung vorhanden waren, mufste fast noch ein ganzes Jahrhundert vergehen, ehe auch ein Instrument zur Messung der Windstärke erfunden war. Es ist dies das in Fig. 2 abgebildete „Pendel-Anemometer", welches durch den Winkelausschlag einer dem Winde senkrecht entgegenstehenden Tafel die relative Windstärke zu messen gestattete. Die Erfindung dieses sinnreichen kleinen Instrumentchens, welches später mehrfach wiedererfunden worden ist und in moderner Gestalt als Wildscher Windstärkemesser auf euro-

päischen meteorologischen Stationen viel gebraucht wird, schreibt man gewöhnlich dem englischen Physiker Robert Hooke zu, der in einer 1667 durch die Royal Society in London besorgten Anweisung zur Beobachtung des Wetters für Seeleute auf den Gebrauch dieses Instrumentes hinweist. Doch wurde dasselbe möglicherweise schon früher durch Rooke oder Wren angegeben. Es wird nämlich immer schwer halten, die Erfindungsansprüche der einzelnen Mitglieder der Royal Society in den ersten Jahren ihres Bestehens richtig gegeneinander abzugrenzen, weil ihre Arbeiten, nach dem Muster der noch später eingehender zu besprechenden Accademia del Cimento, gemeinschaftlich unternommen wurden.

Thomas Sprat, dessen „History of the Royal-Society of London for the improving of natural knowledge“, 2. Ausg., London 1702, 4°, obige Abbildung entnommen wurde, schreibt das Instrument R. Hooke selbst zu, was bei den sonstigen Verdiensten dieses Mannes um andere meteorologische Instrumente auch sehr wahrscheinlich erscheint.

Nach dieser vielleicht etwas zu ausführlichen Beschreibung der ersten Apparate zur Bestimmung der Richtung und der Stärke des Windes, gehe ich nun dazu über, die Anfänge des zweitältesten meteorologischen Instrumentes, des Hygrometers, zu untersuchen. —

Die Eigenschaft vieler vegetabilischer und mineralischer Substanzen, mit wechselnder Feuchtigkeit der Luft ihre Dimensionen zu verändern, scheint schon frühzeitig bekannt gewesen zu sein; doch läfst sich bis jetzt nicht mit Bestimmtheit sagen, wer zuerst sich unzweideutig darüber geäufsert, und wer zuerst diese Eigenschaft zur wirklichen Konstruktion eines Hygroskopes benützt hat.

Die älteste mir bekannte Andeutung eines solchen Instrumentes findet sich in den Werken des Kardinals Nicolaus de Cusa, der aus dem Dorfe Cues bei Trier stammte und eigentlich Chrypff (Krebs) hiefs. Er sagt wörtlich: „Wenn jemand an einer grofsen Waage auf der einen Seite viel trockene Wolle und auf der anderen Steine anhängt, so dafs dieselbe bei temperirter Luft ins Gleichgewicht kommt, so wird er die Erfahrung machen, dafs, wenn die Luft zur Feuchtigkeit neigt, das Gewicht der Wolle zunimmt und, wenn die Luft zur Trockenheit strebt, abnimmt.“ Der Autor fügt noch des weiteren hinzu, dafs man hieraus „verisimiles coniecturas de temporum mutatione“, also Wetterprognosen, machen könne.

Diese letztere Bemerkung, welche für die besonnene Anschauungsweise des Kardinals auf diesem Gebiete spricht, scheint mir um so

bemerkenswerther, als in jener Zeit alle Wetterprognosen ausschliefslich auf astro-meteorologische Grundsätze sich stützten.

Leider bietet sich keine Möglichkeit, das Jahr, in welchem Nicolaus de Cusa jenes erste Absorptionshygrometer vorschlug, genauer zu fixiren; da er aber 1464 gestorben ist, dürfte etwa die Mitte des 15. Jahrhunderts dafür festzuhalten sein. Daraus geht aber schon zur Genüge hervor, dafs er berechtigtere Prioritätsansprüche als Lionardo da Vinci hat, welchen die Italiener gewöhnlich als den Erfinder des ersten Hygrometers bezeichnen. Dieser grofse Künstler, dessen Verdienste um die mathematisch-physikalischen Wissenschaften noch viel zu wenig bekannt sind, scheint nach der in seinen hinterlassenen Manuskripten vorgefundenen Zeichenskizze, welche Venturi reproduzirt, gleichfalls ein Absorptionshygrometer, auf dem Prinzip der Waage beruhend, vorgeschlagen zu haben. Zur Ausführung ist dasselbe wohl ebenso wenig, wie jenes von Nicolaus de Cusa gekommen. Es wäre sogar sehr gut möglich, dafs Lionardo da Vinci die Idee unseres Landsmannes in Zeichnung einfach nur wiedergegeben hätte; Lionardo ist nämlich 1452 geboren und 1519 gestorben, während die erste Ausgabe von N. de Cusas Werken schon 1472 erschien.

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts begegnen wir bei Mizauld (Ephemerides aëris perpetuae, Lutetiae 1554, p. 49) der ersten Notiz über den Einflufs der Luftfeuchtigkeit auf die Darmsaiten musikalischer Instrumente, welche Thatsache später zu wiederholten Malen zur Konstruktion von Hygroskopen benutzt worden ist, während einige Jahre später Baptista Porta auf die hygroskopischen Eigenschaften der Grannen des wilden Hafers zuerst aufmerksam gemacht zu haben scheint. Er bemerkte nämlich ein Kinderspielzeug, welches darin bestand, dafs an einer solchen Granne mit etwas Wachs leichte Blättchen Papier befestigt waren, welche sich bald auf die eine, bald auf die andere Seite drehten, je nachdem die Luft feucht oder trocken war. Vielleicht fällt in jene Zeit auch die Entstehung der „Wettermännchen“ und „Wetterweibchen“, wie man sie heute noch auf dem Lande sieht. Jedenfalls wurde wilder Hafer zu Anfang des 17. Jahrhunderts vielfach als hygroskopische Substanz verwerthet. Auffallend erscheint mir nur die Bemerkung im Reisejournal von Monconys, dafs Torricelli, den er 1646 in Florenz besuchte, solche Hygroskope konstruirte und ihm mehrere Grannen wilden Hafers schenkte, da doch zu jener Zeit gerade in Florenz schon ein viel vollkommeneres Instrument zur Beurtheilung der Luftfeuchtigkeit vorhanden war. Ich

meine das erste Kondensations-Hygrometer, welches nach dem Zeugnifs mehrerer Zeitgenossen von dem Grofsherzog Ferdinand II. von Toskana erfunden sein soll. Dieses in Fig. 3 abgebildete Instrument hatte folgende Konstruktion:

Ein Gefäfs aus Kork in der Form eines abgestumpften Kegels, innen mit Pech bestrichen, aufsen mit Blech bekleidet, trägt an der unteren Oeffnung einen konischen Glastrichter, dessen Spitze nach unten gekehrt ist. Füllt man dieses auf einem Dreifufs sitzende In-



Ferdinand II., Grofsherzog von Toscana.

strument mit Schnee oder fein gestofsenem Eise, so wird der Wasserdampf der Luft an dem stark abgekühlten Glastrichter sich niederschlagen und von demselben allmählich als tropfbares Wasser ablaufen. Man mafs dessen Menge in einem darunter gestellten graduirten Mefscylinder, indem man aufserdem noch bestimmte, in welcher Zeit das Mefsglas bis zu einem gewissen Punkte gefüllt war.

Wie man sieht, gestattete dieser Apparat, welchen der Grofsherzog „mostra umidaria“ (Feuchtigkeitszeiger) nannte, wirklich vergleichbare Messungen, während alle früheren Hygroskope doch nur ein sehr allgemeines Urtheil über das Mehr oder Weniger der Luftfeuchtigkeit

zu gewinnen erlaubten. Erst in diesem Jahrhundert ist man wieder auf diese rationellste Form der Hygrometer durch Kondensation der Wasserdämpfe zurückgekommen. Indessen darf nicht geleugnet werden, dafs die „mostra umidaria“, abgesehen von einigen wirklichen Fehlern, für den fortlaufenden Gebrauch etwas umständlich und deshalb zu regelmäfsigen meteorologischen Aufzeichnungen nicht zu verwenden war. In dem ersten meteorologischen Beobachtungssysteme, von dem später die Rede sein wird, scheint das Instrument darum nur gelegentlich benutzt worden zu sein; ja ich fürchte, dafs mancher der italienischen Fürsten, denen Ferdinand II. im Jahre 1665 eine „mostra umidaria“ zum Geschenk machte, dasselbe nie in Funktion gesetzt hat.

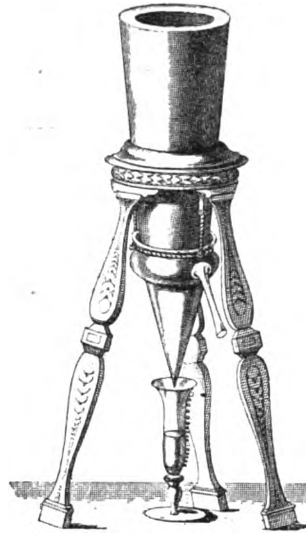


Fig. 3.

Die ersten fortlaufenden Hygrometerbeobachtungen, von denen ich Kenntnifs habe, sind die von dem ausgezeichneten englischen Physiker Robert Boyle am 30. Juni 1666 in Oxford begonnenen, zu denen er sich eines Hygroskopes aus Moschusgras (Geranium moschatum) bediente; sie sind in des Autors posthumen Werke „The general history of the air, London 1692“ abgedruckt.

(Schlufs folgt.)





Ein Rundgang durch das astrophysikalische Observatorium bei Potsdam.

Von **Dr. F. Koerber,**
Astronomischem Abtheilungsvorstand der Urania in Berlin.

Schon seit einer längeren Reihe von Jahren hatte sich bei dem Aufschwung der astrophysikalischen Forschung in Fachkreisen mehr und mehr der Gedanke Bahn gebrochen, dafs ein Institut, welches sich im Gegensatz zu den sonstigen Sternwarten nicht sowohl mit den Stellungen der Himmelskörper, als vielmehr mit der Ergründung ihrer physikalischen Verhältnisse zu beschäftigen hätte, im deutschen Vaterlande ein fühlbares Bedürfnifs sei. Ganz besonders die noch heute fast völlig räthselhaften und doch seit so langer Zeit schon bekannten Vorgänge, welche wir an unserem Tagesgestirn zu beobachten Gelegenheit haben, lenkten das Interesse weiterer Gelehrtenkreise auf das Studium der physischen Beschaffenheit dieses für unser Leben und Bestehen wichtigsten Himmelskörpers, und so wurde die Sehnsucht nach der Gründung einer „Sonnenwarte" von Jahr zu Jahr eine immer lebhaftere. Erst im Jahre 1871 gelang es jedoch, in dem damaligen Kronprinzen Friedrich Wilhelm diesen Bestrebungen einen mächtigen Gönner und Förderer zu gewinnen. Die durch solche Anregung von Seiten der Staatsregierung in Angriff genommenen Erwägungen führten denn auch zu einem völlig befriedigenden und viele Erwartungen sogar noch übertreffenden Ziele. Es entstand auf Grund der Berathungen der bedeutendsten vaterländischen Gelehrten nicht nur eine „Sonnenwarte", sondern vielmehr ein allgemeines astrophysikalisches Observatorium, dessen Ziel nicht einmal auf die Erforschung der physischen Beschaffenheit aller Himmelskörper beschränkt ist, sondern dem die noch umfassendere Aufgabe obliegt, die astronomischen Kenntnisse durch die Herbeiziehung aller

Hilfsmittel der Physik und Chemie nach jeder möglichen Richtung hin zu erweitern.

Anlage und Einrichtung dieses eigenartigen Institutes, welches schon seit mehreren Jahren vollendet ist und das Seinige zum Ruhm und Ansehen deutscher Wissenschaft beiträgt, wenigstens durch Beschreibung kennen zu lernen, dürfte für die Mehrzahl unserer Leser von Interesse sein. Ich lade dieselben daher freundlichst ein, mir zu einem kurzen Rundgange durch das Observatorium zu folgen.

Eine gute Fahrstrasse führt uns in etwa einer Viertelstunde vom Bahnhofe in Potsdam, alsbald sanft in einem höchst anmuthigen Birkenwald ansteigend, an das Hauptthor der Anstalt. Von der Sternwarte selbst sind wir an diesem Punkte jedoch noch ein gutes Stück entfernt; denn man hat es trotz der hier fast nur durch lieblichen Vogelgesang gestörten Waldesruhe für nöthig erachtet, die Sternwarte in den Mittelpunkt eines gegen die Aussenwelt völlig abgeschlossenen und für alle Zeiten vor jeder unerwünschten Veränderung geschützten Gebietes zu verlegen.

Nachdem wir am Wohnhause der Maschinisten vorüber sind, bemerkt unser Auge zunächst ein kleines rundes Gebäude, das, wie wir unschwer errathen, der oberirdisch sichtbare Theil eines Brunnens ist. Hier, nachdem wir bereits längere Zeit auf dem Sandboden bergan gestiegen sind, mufs ein Brunnen unsere Neugier erwecken, und wir hören auch auf unsere Anfrage, dafs dieser zur Wasserversorgung der Anstalt nothwendig gewordene Brunnen thatsächlich die beträchtliche Tiefe von 46 m. erhalten musste, um das Niveau des Havelspiegels zu erreichen. Es wäre wunderbar, wenn ein Institut, dessen Studium die physikalischen Verhältnisse aller Himmelskörper umfasst, einen solchen Schacht nicht auch nutzbringend für die Physik unseres Planeten zu verwerthen suchen sollte, und so bildet auch wirklich dieser Brunnen, abgesehen von seinem praktischen Zweck, ein geophysisches Observatorium eigener Art. Der drei Meter im Lichten weite Schacht ist durch eine Wendeltreppe bis zum Grunde zugänglich gemacht und in einer Tiefe von 24 m. unter Tage ist seitlich eine Beobachtungskammer angelegt, welche von der Oberwelt durch besondere Röhren mit Licht und Luft versorgt werden kann. An vielen Stellen des Brunnenschachtes sind ferner in den Seitenwänden Erdthermometer angebracht, welche es gestatten, die Erdwärme in verschiedenen Tiefenlagen beständig zu beobachten. Für Fallversuche und Pendelbeobachtungen ist über dem Schachte ein Beobachtungshäuschen erbaut, welches vermittelst einer Klappe an

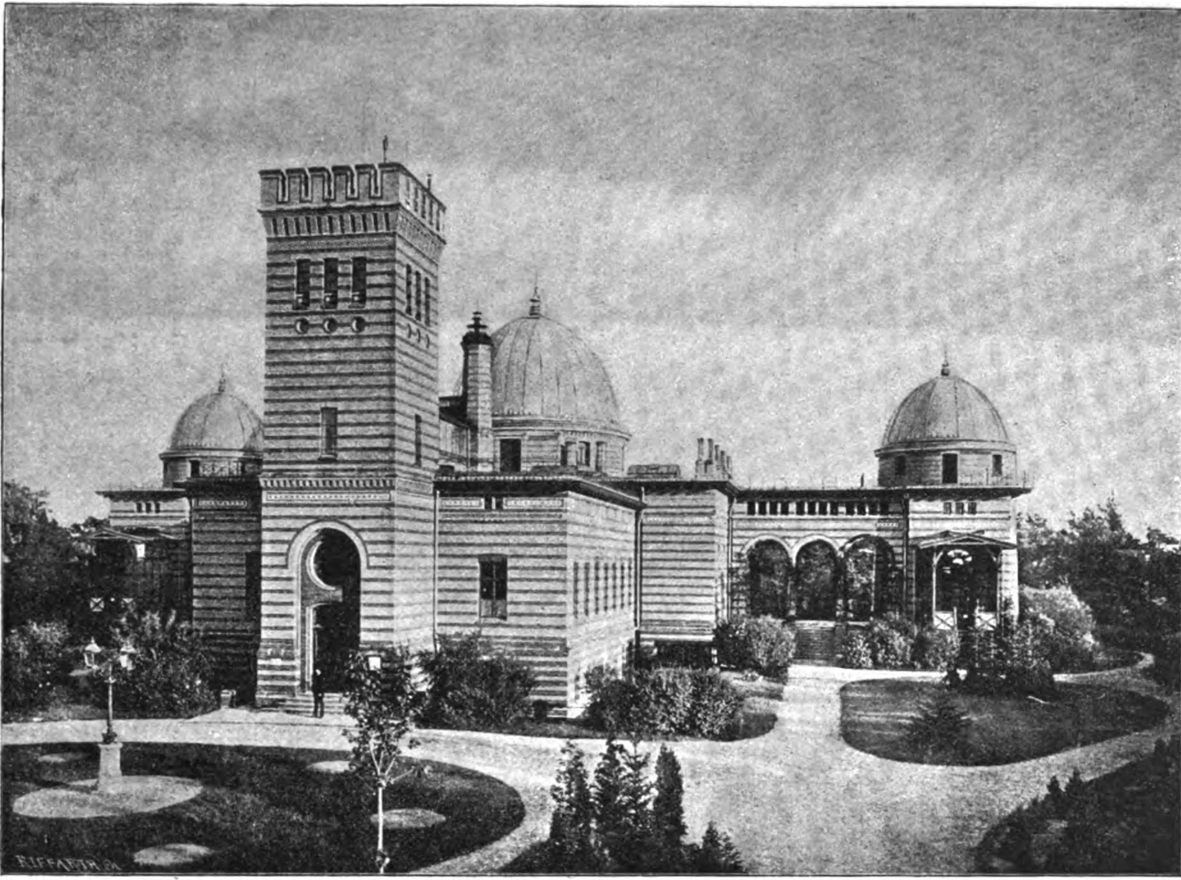


Fig. 1. **Aufsenansicht des astrophysikalischen Observatoriums bei Potsdam.**

der Decke geöffnet werden kann und so eine genaue Ermittelung des Zenith- respective Nadirpunktes gestattet. Ein Blick in den Schacht, in dessen Tiefe man die Bewegung an der Pumpe eben noch wahrnehmen kann, gewährt einen eigenthümlichen Reiz. Die beiden hochinteressanten Fördermaschinen, welche das Wasser aus dem Brunnenkessel bis zu einem im höchsten Punkte des gesamten Gebietes befindlichen Reservoir heben, befinden sich in einem dem Brunnen benachbarten Maschinenhaus und sind durch ein sogenanntes hydraulisches Gestänge mit der im Grunde des Schachtes stationirten Pumpe verbunden. Neben diesen Maschinen beherbergt das Maschinenhaus auch eine kleine Gasanstalt, welche die für die Beleuchtung des ausgedehnten Anstaltsgebietes erforderliche nicht unbedeutende Gasmenge erzeugt.

Lenken wir jetzt unsere Schritte dem eigentlichen Ziele näher, so erblicken wir vorerst noch die Wohnhäuser für die an der Anstalt thätigen Gelehrten, von denen das stattliche Haus des Direktors dem Hauptgebäude am nächsten steht.

Die Sternwarte selbst, vor die wir nun endlich gelangen, ist, wie unsere Abbildung erkennen lässt, in einfachem, aber geschmackvollem Styl erbaut und zeigt in allen Theilen edle Formen. Der Bau gliedert sich in drei Abtheilungen, deren mittlere die wichtigsten Räumlichkeiten in sich schliesst und einerseits durch die mächtige Hauptkuppel, andererseits durch einen Thurm über dem Eingange geziert ist, welcher letztere, wie wir vorwegnehmend bemerken, das bereits vorhin erwähnte Wasserreservoir enthält. Vor den Seitenthürmen erblicken wir hölzerne Vorbauten, welche die meteorologischen Instrumente bergen, deren Gang hier — wie auf jeder Sternwarte — wegen der vielfachen Wechselwirkungen zwischen dem Witterungszustande und den Beobachtungsergebnissen abgelesen und aufgezeichnet werden mufs.

Ein genau den Meridian weisender Gang führt uns, nachdem wir eingetreten, bei den Arbeitszimmern der verschiedenen Gelehrten vorüber, in denen dieselben am Tage theils den Plan für künftige Untersuchungen entwerfen, theils die meist höchst mühevolle und langwierige Bearbeitung der angestellten Beobachtungen durchführen. Zur Linken bemerken wir ein kompassähnliches Instrument; doch sehen wir den die Himmelsrichtungen weisenden Zeiger sich bewegen. Es wird hier vermittelst elektrischer Uebertragungen der Stand einer auf dem Thurm befindlichen Windfahne angegeben. — Am Ende des Hauptganges wenden wir uns links in ein physikalisch-chemisches

Laboratorium, das ausser den vielen zu photographischen und spektroskopischen Arbeiten nöthigen Chemikalien mannigfache genaue Messapparate enthält. Eine zufällig offenstehende Thür gestattet uns von hier aus einen flüchtigen Blick in das anstossende Arbeitszimmer des Direktors, Herrn Prof. H. C. Vogel. „Beschäftigt man sich hier auch mit der Erforschung der Welt in ihren kleinsten Theilen?" fragen wir unwillkürlich, denn am grossen Tische sehen wir die Herren Astronomen eifrigst mit mikroskopischer Beobachtung beschäftigt. Man theilt uns jedoch mit, dafs das unter dem Mikroskope befindliche Objekt nichts anderes ist, als eines jener photographirten Fixsternspektra, über deren neuerdings in überraschend schönem Mafse gelungene Fixirung Herr Dr. Scheiner bereits im vorigen Jahrgang unserer Zeitschrift ausführlich berichtet hat. Der Astronom mufs sich hier des Mikroskopes bedienen, um die äusserst zahlreichen feinen Linien in dem kaum ein Millimeter breiten und nur wenige Centimeter langen Bilde erkennen und besonders ihre gegenseitige Lage messend bestimmen zu können. So ist es denn wahr, wie wunderlich es auch klingen mag, dafs hier am Mikroskop die Geschwindigkeiten ermittelt werden, mit denen sich die Fixsterne uns nähern oder von uns entfernen.

Wir gelangen nun in ein geräumiges Zimmer, das zu optischen, namentlich spektroskopishen Untersuchungen bestimmt ist. Auf einem grossen Pfeiler in der Mitte ruht ein neues, von Bamberg konstruirtes Riesenspektrometer, dessen lichtstarke Fernrohre die Anwendung einer sehr grossen Dispersion gestatten, während gleichzeitig ein fein getheilter Kreis sowie ein vorzügliches Ocularmikrometer die genaueste Lagenbestimmung der fast zahllosen Linien des Sonnenspektrums ermöglichen.

Vom Fenster her leuchtet ein heller Sonnenstrahl in unveränderlich wagerechter Richtung in das Zimmer hinein. Mit Hilfe eines geistvoll erdachten, in bestimmter Weise durch ein Uhrwerk langsam bewegten Spiegels — eines Mechanismus, den man Heliostat nennt — ist es hier gelungen, das „sta sol, ne moveare" in gewissem Sinne zu verwirklichen und den Lichtstrahl stillzuhalten, damit er sich einer genauen Untersuchung durch den Astronomen geduldig unterziehe. — Neben dem grossen, neuen Spektrometer bemerken wir in diesem Saale auch ein älteres von geringeren Dimensionen, das von Schröder in Hamburg konstruirt ist und sich besonders durch die höchst sinnreiche automatische Einstellung sämtlicher 19 Prismen auf das jeweilige Minimum der Ablenkung auszeichnet. Dieses vorzügliche Instrument hat bereits bei einer minutiösen Ausmessung des Sonnen-

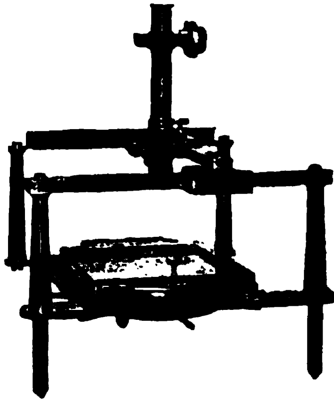
spektrums wichtige Dienste geleistet. — An den Wänden dieses Saales, in dem auch zahlreiche Beugungsgitter, welche bekanntlich die Prismen in einem Spektroskope ersetzen können, aufbewahrt werden, sehen wir Abbildungen zahlreicher Spektra, theils nach Kirchhoffs und Huggins', theils nach Prof. Vogels eigenen Beobachtungen.

Während wir nun links durch eine der in unserer Abbildung des Observatoriums sichtbaren Säulenhallen zu der bereits recht stattlichen, im Ostthurme untergebrachten Bibliothek gelangen können, treten wir rechts in eine unter der Hauptkuppel innerhalb des den grofsen Refraktor tragenden Hohlpfeilers befindliche Rotunde. Dieselbe dient als Ausstellungs- und Uhren-Raum. Eine nach mittlerer Zeit und eine nach Sternzeit gehende Pendeluhr, sowie eine gröfsere Zahl tragbarer Chronometer beweisen uns durch ihr feierlich ernstes Ticken, wie unentbehrlich für den Astrophysiker die genaue Kenntnifs der Zeit ist. Die Wände sind auch hier durch kunstvolle Abbildungen verschiedener himmlischer Objekte geschmückt, und auf einem Tisch in der Mitte des Saales liegt die neu eingegangene Litteratur aus. Hier finden wir die „Astronomischen Nachrichten", das Centralorgan der astronomischen Welt, die namentlich durch ihren vortrefflichen Literaturbericht ausgezeichnete „Vierteljahrsschrift der astronomischen Gesellschaft", ferner die englischen und französischen Fachblätter, daneben aber bemerken wir die Jahresberichte von Sternwarten aller Welttheile und die bedeutsameren neu erschienenen Werke astronomischen und physikalischen Inhalts.

Südlich stöfst an diese Rotunde ein Vorbau an, der ein grofses, parallel der Weltaxe festgelegtes Fernrohr mit photographischem Objektive in sich schliefst, in welches durch einen sich kontinuirlich und langsam in passender Weise drehenden Spiegel, einen Heliostaten, zu jeder Tageszeit das Bild der Sonne reflektirt werden kann. Dieses Instrument wird als Heliograph bezeichnet, da es lediglich dazu dient, so oft als möglich die Sonne in der Zeit von wenigen Tausendsteln einer Sekunde ihr Abbild auf eine empfindliche Platte selbst zeichnen zu lassen. Es werden mit diesem Instrumente äusserst detailreiche Sonnenphotogramme in der Gröfse von 10 bis 30 cm Durchmesser gewonnen, wie ein solches bereits dem ersten Hefte gegenwärtigen Jahrgangs dieser Zeitschrift beigegeben wurde.

Rechts stöfst an die Rotunde ein weiterer Saal, welcher eine gröfsere Reihe physikalischer Instrumente und die zur eigenen Konstruktion irgendwelcher Vorrichtungen nöthigsten Materialien beherbergt. Wir finden hier zum Beispiel den in Figur 2 abgebildeten Apparat

zur Ausmessung der mit dem vorhin beschriebenen Heliographen gewonnenen Sonnenphotogramme. Nachdem die Platte mit Hilfe des auf ihr gleichzeitig abgebildeten Fadens orientirt worden, legt man die in der Abbildung sichtbare, in Quadrate eingetheilte Glasscheibe darauf und bestimmt mit dem in zwei Richtungen beweglichen Mikroskope, das mit einem Fadenmikrometer versehen ist, die genaue Lage der auf dem Bilde sichtbaren Flecken und Fackeln. In solcher Weise wird jene genaue Statistik der Sonne ermöglicht, die schon zu mancherlei interessanten, unseren Lesern aus dem ersten Hefte dieses Jahrganges bekannten Ergebnissen geführt hat.


Fig. 2. Apparat zur Ausmessung der Sonnenphotogramme.

Durch die westliche Säulenhalle begeben wir uns, um nun zur eigentlichen Sternwarte zu gelangen, in den auf dieser Seite befindlichen Thurm und steigen zwischen der Aussenmauer und dem mächtigen centralen Pfeiler des Instruments zur Kuppel empor. Hier gewahren wir einen stattlichen Refraktor von Grubb in Dublin, der wie die beiden anderen Hauptinstrumente parallaktisch montirt und mit einem Uhrwerk verbunden ist, um dem scheinbaren täglichen Laufe der Gestirne beständig ohne Zuthun des Astronomen folgen zu können. Dieses Fernrohr dient am Tage zu besonderen Studien an der Sonne, steht aber des Nachts für beliebige Untersuchungen zur Verfügung, während die übrigen Instrumente, wie wir gleich sehen werden, gegenwärtig lediglich zu bestimmten gröfseren Arbeiten verwendet werden.

Der Weg zum Hauptinstrumente führt uns jetzt über ein ebenes Dach, welches am Tage sowohl, als besonders auch bei hellem Mondschein eine unvergleichlich schöne Aussicht auf die stille, wald- und seenreiche, von anmuthigen Hügelreihen mit sanften Profillinien durchzogene Umgebung gewährt. Wohl wenige Sternwarten giebt es, welche so nahe dem regsten und lebendigsten Verkehr und doch gleichzeitig inmitten so herzerfrischend stimmungsvoller Naturschönheiten gelegen sind.

Doch wir wollen unserem ästhetischen Gefühle an dieser Stelle nicht lange nachhängen und treten darum alsbald in die grofse Mittelkuppel ein, deren mächtige Wölbung mit dem darunter majestätisch auf hoher Säule ruhenden grofsen Refraktor auf jeden empfänglichen

Beschauer einen erhabenen Eindruck machen muss. Ein weihevolles Andachtsgefühl überkommt den, der zum ersten Mal einen solchen Tempel der Wissenschaft betritt, ohne dafs es nöthig wäre, seine Sinne durch Weihrauchduft zu berauschen. — Das vortreffliche, von Repsold in Hamburg verfertigte und mit einem tadellos gleichförmig laufenden Uhrwerk versehene Instrument dient gegenwärtig lediglich zur Herstellung der schon Seite 130 erwähnten photographischen Sternspektra unter Zuhilfenahme eines besonders zu diesem Zwecke gefertigten Sternspektrographen, den unsere Figur 3 zur Anschauung bringt. An Stelle des Okularmikrometers ist das knieförmig gestaltete, stark zerstreuende Spektroskop an den Refraktor angeschraubt. Die bei anderen Sternspektroskopen in Anwendung kommende Cylinderlinse, welche das zu einer farbigen geraden Linie ausgedehnte Sternbild vor dem Eintritt in das Auge zu einem Bande zu verbreitern hat, damit man die im Spektrum enthaltenen Lücken als Linien wahrnehmen kann, fehlt bei dem hier vorliegenden, neuen Instrument. Die Verbreiterung des Spektrums zu einem schmalen Bande wird hier auf der photographischen Platte vielmehr nur durch eine sehr geringe Retardirung des das Fernrohr bewegenden Uhrwerks erzielt, welche die Spektrallinie langsam nach der Seite verrückt. Es wird dadurch ein ziemlich vollkommenes Zusammenhalten der wirksamen Lichtstrahlen ermöglicht, und gerade durch diese neue Methode sind die schönen Erfolge des Verfahrens wesentlich mitbedingt.

Nur ein Theil des aus den Prismen austretenden Lichtbündels wird zur Beobachtung benutzt, und zwar vom Grün bis zum Violett. Die grünen Strahlen werden durch ein totalreflektirendes Prisma aufgefangen und seitlich abgelenkt, sodafs mittelst eines Okulars dieser Spektraltheil mit dem Auge beobachtet werden kann, während das blauviolette Ende des Sternspektrums in die photographische Miniaturkamera eintritt, um dort die Lichtschwingungen in chemische Arbeit umzusetzen. Die von der Vorderfläche des ersten Prismas reflektirten Lichtstrahlen gelangen in ein kleines am Apparate angebrachtes Fernrohr, durch welches die Stellung des Sternes im Spalt des Spektrometers jederzeit kontrolirt werden kann.

An jedem heiteren Abend finden wir hier natürlich die Arbeit an dem grofsen Werke der spektrographischen Himmelsdurchmusterung im vollsten Gange. Ein eigenthümliches, auf die Dauer nicht gerade angenehmes Summen macht dann auf den uneingeweihten Zuschauer einen fast unheimlichen Eindruck. Dasselbe entsteht durch die Stromunterbrechungen eines kräftigen elektrischen Induktionsapparates,

welcher das Erglühen einer mit Wasserstoff gefüllten Geisslerschen Röhre bewirkt, deren mitabgebildetes aus wenigen hellen Linien bestehendes Spektrum auf der photographischen Platte die zum Verständnifs des Sternspektrums nöthigen Fixpunkte liefert. Das Aufnahmeverfahren selbst ist, sobald die mangels eines Okulars etwas schwierige Einstellung gelungen ist, ein sehr einfaches und beansprucht vermöge der Güte des Uhrwerkes nur selten eine Kon-

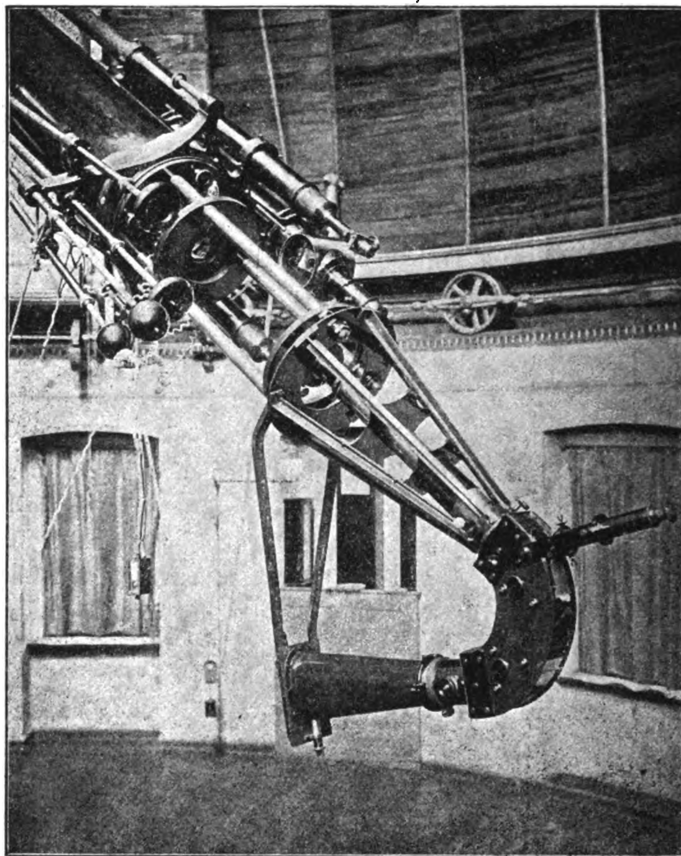


Fig. 3. **Der Stern-Spektrograph am grofsen Refraktor der Potsdamer Sternwarte.**

trollirung der richtigen Stellung des Fernrohrs. In einer Stunde ist bei helleren Sternen und normaler Luftbeschaffenheit die Aufnahme eines Spektrums beendigt.

Besuchen wir endlich noch die dritte, östliche Kuppel, so finden wir auch das hier aufgestellte Fernrohr gegenwärtig zu einer ausgedehnten Arbeit verwendet. Es handelt sich hier ebenfalls um eine Durchmusterung der Fixsterne, aber das Licht derselben wird diesmal nicht

qualitativ, sondern nur quantitativ untersucht. Die Helligkeiten aller bei uns beobachtbaren Sterne bis zur achten Gröfsenklasse herab sollen mit Hilfe eines Zöllnerschen Astrophotometers bestimmt werden, eine jetzt erst in ihren Anfangsstadien begriffene, höchst ausgedehnte und mühevolle Arbeit, die aber nach ihrer Vollendung eine wichtige Grundlage für mancherlei Probleme bilden wird, deren wichtigste im sechsten und siebenten Hefte des ersten Jahrgangs dieser Zeitschrift von Herrn Prof. Seeliger auseinandergesetzt worden sind.

Wir haben damit die eigentliche Sternwarte in Augenschein genommen; aber bevor wir das Haus verlassen, wird noch ein Gang durch das Erdgeschoss, das Fremden sonst freilich völlig verschlossen bleibt, interessant sein. Wir sehen hier die Maschinen zur Centralheizung, eine kräftige Dynamomaschine mit Gasmotor zur Erzeugung elektrischen Lichtes in allen Räumen des Gebäudes, eine Tischler- und eine Mechaniker-Werkstatt. Weiter gelangen wir in einen Raum, welcher zu den gröberen photographischen Arbeiten benutzt wird; auch gewahren wir in einem anstossenden Raum verschiedene galvanische Batterien, und schliefslich treffen wir noch ein wissenschaftliches Laboratorium, in welchem mit Hilfe des in Figur 4 abgebildeten Pendelapparates vor kurzem eine sehr genaue Bestimmung der Dichtigkeit der Erde ausgeführt worden ist. Die Wägung unseres Planeten ist hier in der Weise bewerkstelligt worden, dafs die Anziehung, welche die zwei in der Abbildung sichtbaren gusseisernen Cylinder von je 350 Kilo Gewicht auf ein Pendel ausüben, verglichen wird mit der bekannten Anziehungskraft der Erde. Die Beobachtung der Veränderung der Pendellage je nach der Stellung der Gewichte geschah dabei durch den engen Thürspalt von einem Nebenraume aus, sodafs der Apparat völlig gegen Störungen durch die Anwesenheit des Beobachters abgeschlossen war.

Beim Weggang von der, wie wir sahen, in allen Theilen eine rege Thätigkeit entfaltenden Sternwarte wird unser Blick noch durch zwei kleinere Häuschen westlich vom Hauptgebäude gefesselt. Das eine mit hölzerner Wandung schliefst ein Universal-Durchgangsinstrument von Bamberg in sich, mit welchem regelmäfsig die Zeit bestimmt wird, und das vor einigen Jahren auch zur Ermittelung der geographischen Breite des Observatoriums verwendet worden ist. Der andere kleine Bau aus Backsteinen trägt eine eiserne Drehkuppel. Dem Eintretenden zeigt sich das in Figur 5 dargestellte Bild. Dieses wunderbare Fernrohr von aufsergewöhnlicher Form und Aufstellung wird demnächst seiner Bestimmung, an der Herstellung der photographischen Himmels-

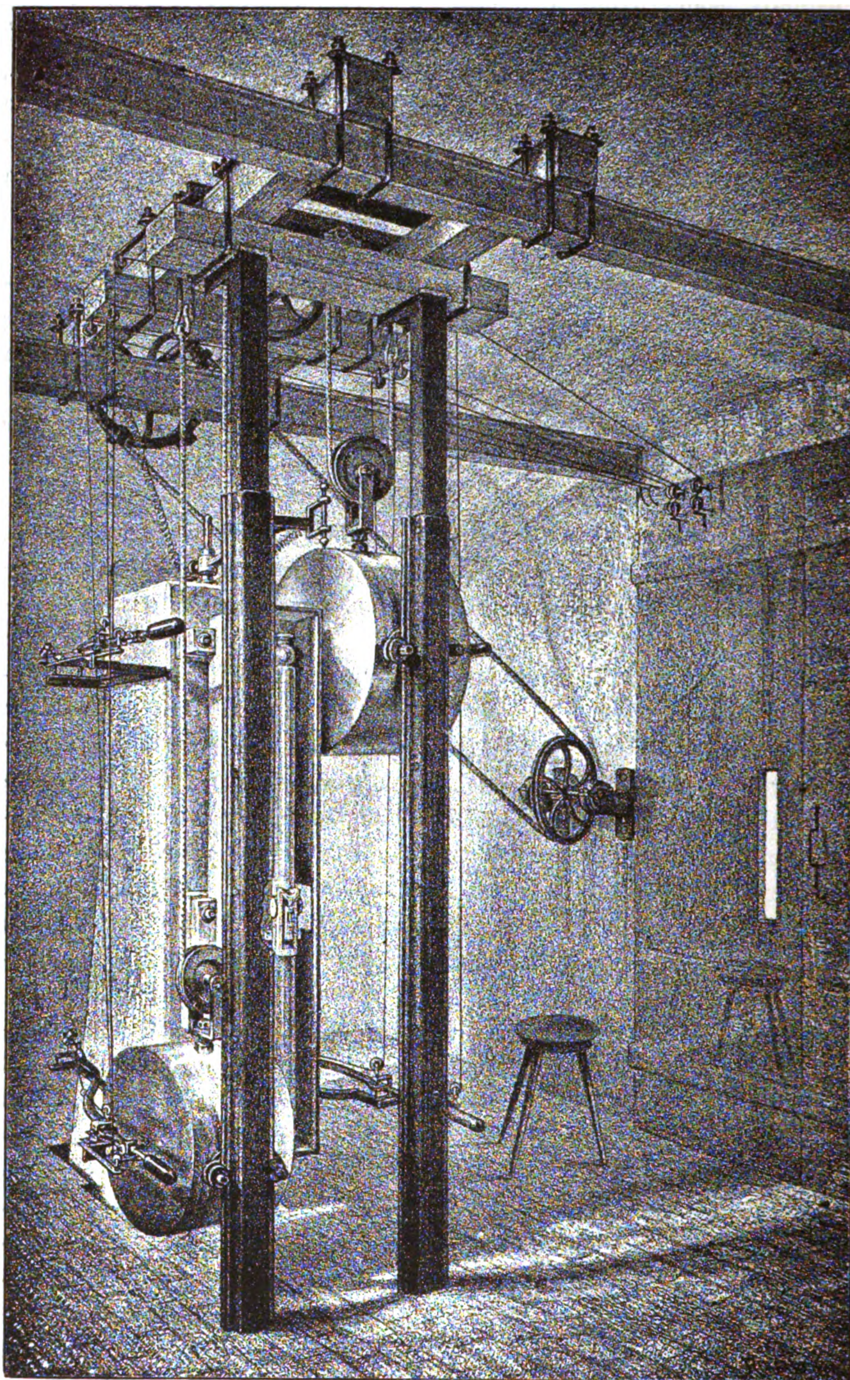


Fig. 4. **Apparat zur Bestimmung der Erddichte.**

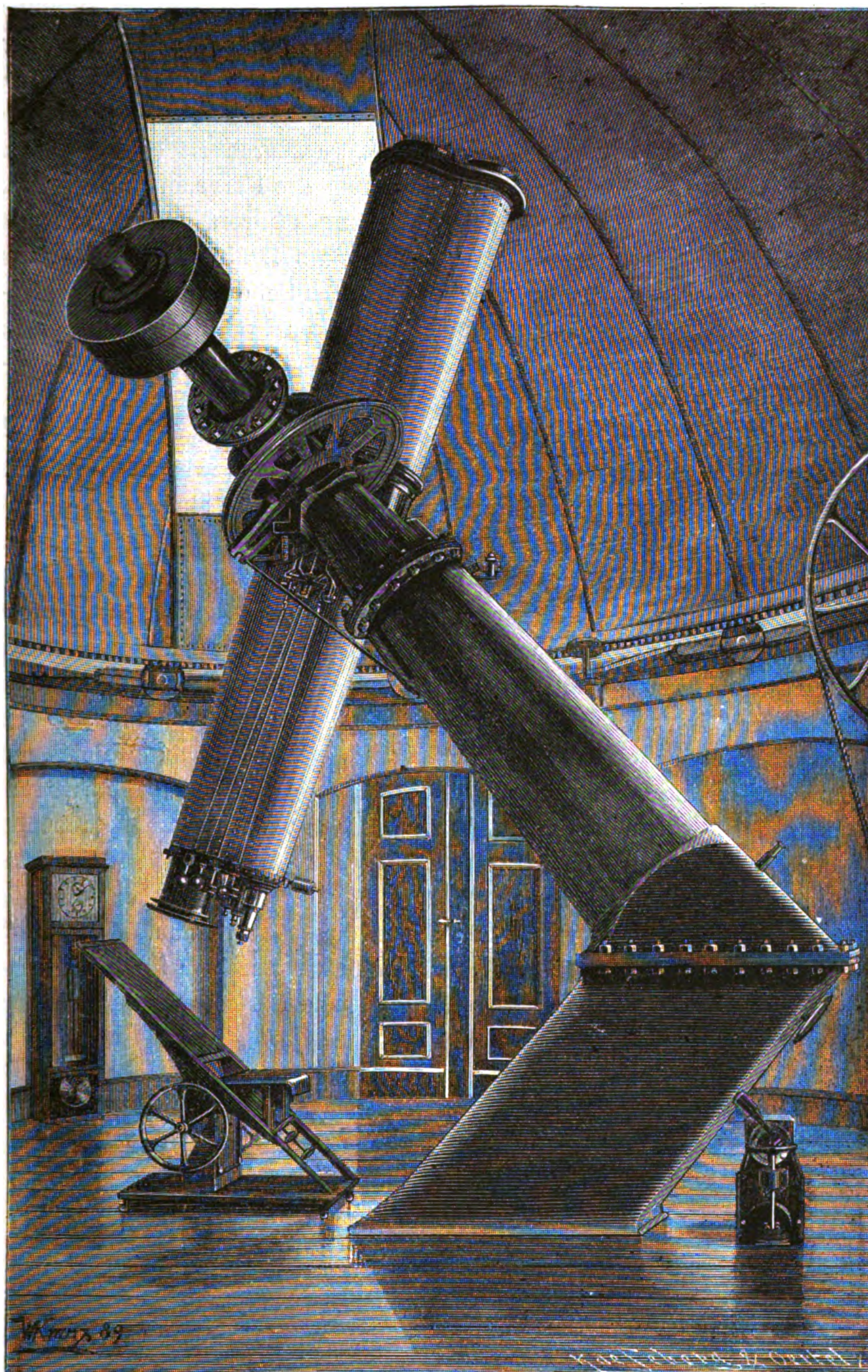
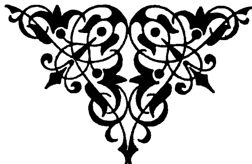


Fig. 5. **Der Potsdamer photographische Doppelrefraktor.**

karte mitzuwirken, übergeben werden. Das von Repsold in Hamburg gefertigte Instrument ist zunächst durch eine neue Art der Aufstellung interessant. Die Säule, auf welcher das Fernrohr ruht, steht nämlich nicht senkrecht, sondern ist derart knieförmig gebogen, dafs der obere Theil die Richtung der Erdaxe angiebt. Dadurch ist eine in allen Lagen vollkommen unbehinderte Bewegung des Fernrohrs ermöglicht, während bei der gewöhnlichen Aufstellung oft gerade bei den sonst günstigsten Beobachtungen in der Nähe des Zeniths und Meridians ein Umlegen des Fernrohrs nach der anderen Seite der Säule erforderlich wird. Die Möglichkeit, stets in der unteren Lage des Fernrohrs zu arbeiten, gewährt auch für den die Aufnahme überwachenden Astronomen bei der Länge der Expositionsdauer sehr wesentliche Vortheile. Das Rohr selbst besitzt, wie unsere Abbildung zeigt, einen fast elliptischen Querschnitt. Es rührt dies daher, dafs es zwei Fernrohre in sich vereinigt, deren optische Axen genau parallel sind. Ein photographisches Objektiv von 13 Zoll Durchmesser entwirft das Bild der jeweiligen Himmelsgegend auf die in einer Kassette am anderen Ende des Rohres befindliche Bromsilbergelatineplatte. Daneben aber dient ein gewöhnliches Fernrohr von 9 Zoll Objektivöffnung zur genauen Führung des Instrumentes während der Exposition. — Durch dieses Instrument ist sonach Deutschland in den Stand gesetzt, sich an der Herstellung einer photographischen Himmelskarte, welche auf dem Pariser Kongress von 1887 beschlossen wurde, zu betheiligen, und somit an dem in dieser Zeitschrift schon wiederholt besprochenen internationalen Wettkampfe im Dienste der photographischen Himmelsforschung theilzunehmen.

Wir verlassen nunmehr den Boden dieses dem Himmel geweihten Haines mit der frohen Ueberzeugung, dafs wir von hier für die Folgezeit immer neue und vermehrte Beiträge zum Fortschritte der Königin der Wissenschaften erwarten dürfen.





Die diesjährigen Beobachtungen zur Ermittelung der Entfernung der Erde von der Sonne.

Bekanntlich ist unsere Kenntnifs des Winkelwerthes, welchen man die Parallaxe der Sonne genannt hat und aus dem unmittelbar die Entfernung der Erde von der Sonne gefolgert werden kann, noch immer nicht zu einem völlig sicheren Abschlufs gelangt. Der Betrag von 8.848 Bogensekunden, der von Newcomb aus den neueren Beobachtungen gezogen ist[1]) und gegenwärtig ziemlich allgemein bei astronomischen Rechnungen verwendet wird, kommt der Wahrheit jedenfalls sehr nahe, bedarf aber noch weiterer Sicherstellung und Verschärfung. Unter den Methoden, welche sich zur Ermittelung des kleinen Winkelbetrages der Sonnenparallaxe eignen, ist namentlich in neuerer Zeit die Beobachtung der Venusvorübergänge vor der Sonnenscheibe für eines der vorzüglichsten Mittel gehalten und zuletzt in den Jahren 1874 und 1882 angewendet worden. Das Wesen und die grofsen Vortheile dieses Weges auseinanderzusetzen ist hier nicht der Ort; vielmehr soll nur auf die Schwierigkeiten aufmerksam gemacht werden, denen die Beobachtung der Zeit der Ränderberührung von Sonne und Venus oft begegnet. Diese Schwierigkeiten liegen in der Unruhe und dem Wallen des Sonnenrandes sowie in den störenden Einflüssen der Irradiation und der Venusatmosphäre. Schon vor 17 Jahren verwies der Direktor der Breslauer Sternwarte, Professor Galle, auf eine Methode zur Bestimmung der Sonnenparallaxe, bei welcher diese Faktoren ganz wirkungslos gemacht werden. Diese Methode besteht in der Beobachtung eines jener „kleinen“ Planeten, welche der Erde nahe (bis

[1]) Dieser Parallaxenwerth gründet sich auf die neueren Meridian- und Oppositions-Beobachtungen des Mars, auf die früheren Venusdurchgänge, die parallaktische Ungleichheit der Mondbewegung, die Mondgleichung der Erde und auf Foucaults Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit.

auf 0.8 der Sonnenentfernung) kommen können. Zur Zeit der günstigen Opposition eines solchen Planeten hat man nämlich an verschiedenen Orten der Erde korrespondirende Distanzmessungen auszuführen d. h. es sind an je zwei, ein und demselben Meridiane möglichst nahe gelegenen Orten der Nord- und Südhemisphäre die Abstände der Sterne von dem Planeten zu bestimmen und zwar, um die Instrumentalfehler gut zu eliminiren, je eines nördlich dem Planeten vorausgehenden und eines südlich ihm folgenden Sternes (oder umgekehrt). Jede dieser in der Deklinationscoordinate gemachten Messungen giebt eine Gleichung mit 2 Unbekannten, deren eine die geocentrische Differenz Stern-Planet und deren andere die Korrektion ist, welche man zu einem angenommenen Näherungswerthe der Sonnenparallaxe hinzuzufügen hat.[2]) Aus der Verbindung je zweier Beobachtungen lassen sich die Unbekannten, und durch Auflösung des aus allen Beobachtungen entstehenden Gleichungssystems der wahrscheinlichste Betrag der Korrektion finden, um welchen die angenommene provisorische Sonnenparallaxe noch verbessert werden mufs. Die Vortheile der Methode sind offenbare: Planet und Stern unterscheiden sich dem Anscheine nach im Fernrohre durch nichts von einander und die Messung der Abstände zweier solcher Objekte von nicht zu verschiedener Lichtstärke kann mittelst unserer heutigen Mefsvorrichtungen (Fadenmikrometer oder Heliometer) mit völliger Schärfe vorgenommen werden; ferner umgeht man die Seltenheit der Venusvorübergänge und die damit öfters verbundene Kostspieligkeit von Beobachtungs-Expeditionen vollständig, da sich unter den bis jetzt entdeckten 286 kleinen Planeten eine ganz beträchtliche Zahl vorfindet, die der Erde nahe kommt und zu häufigen Oppositionsbeobachtungen Gelegenheit giebt, so dafs es nur der bezüglichen Kooperation der nördlichen und südlichen Sternwarten bedarf, um durch korrespondirende Messungen die Sonnenparallaxe bestimmen und durch Wiederholung an verschiedenen Planeten den resultirenden Werth beliebig weit verschärfen zu können. Galle hat seine Methode gelegentlich der Opposition des Planeten „Flora“ im

[2]) Bezeichnet man mit π die näherungsweise Parallaxe, mit x ihre Korrektion, mit δ die Deklination des Sternes, mit D die geocentrische Deklination des Planeten und mit $\Delta\delta$ die gemessene Deklinations-Differenz, so ist die Gleichung für den einen Beobachtungsort

$$D = \delta + \Delta\delta + p\ (\pi + x)$$

wo p einen aus der geographischen Lage des Ortes hervorgehenden Faktor bedeutet. Für den zweiten Ort ist ähnlich

$$D = \delta + \Delta\delta' + p'\ (\pi + x)$$

Es ist selbstverständlich, dafs die Zahlen für D und $\Delta\delta$ auf eine und dieselbe Zeit reduzirt werden müssen.

Jahre 1873 zur Anwendung gebracht und bei derselben das Zusammenwirken von 9 nördlichen und 8 südlichen Sternwarten veranlafst; aus 132 gemessenen Deklinations-Differenzen ergab sich die Parallaxe von 8.879 Bogensekunden. Seither hat man durch weitere Anwendung des Verfahrens bei den Oppositionen einiger anderer Planeten die Brauchbarkeit der Methode würdigen gelernt und namentlich hat der Direktor der Sternwarte der Capstadt, Gill, durch eifrige Mitwirkung und Vorbereitung bei den Beobachtungsplänen viel für die Befestigung der Methode gethan.[3]) Im gegenwärtigen Jahre bietet sich nun durch die günstigen Oppositionen der Planeten „Victoria“ und „Sappho“ abermals Gelegenheit, in der Feststellung des Werthes der Sonnenparallaxe einen Schritt weiter zu thun. Gill hat nicht nur wohldurchdachte Programme entworfen, nach welchen die Beobachtung dieser beiden Planeten vorgenommen werden sollten, sondern hat auch die Mitwirkung einer Reihe anderer Sternwarten gesichert. Nach diesen Plänen war „Victoria“ vom Juni bis August zu beobachten (die Opposition fand am 16. Juli statt, der Planet hatte die Helligkeit eines Sternes von der Gröfse 8.1), „Sappho“ im September und Okotober (Opposition am 8. Oktober, Helligkeit 9.2^{m}). Die Abstände der Sterne von den Planeten sollten durchaus mittelst der Heliometerinstrumente, jetzt des genauesten Werkzeuges für solche Zwecke, bestimmt werden und die Programme gaben die Sternpaare (37 für Victoria, 38 für Sappho) an, deren Differenzen an den einzelnen Tagen bei den für Parallaxenermittelung günstigsten Stellungen d. h. bei solchem tiefen Stande, wo noch gute Messungen ausführbar sind, zu ermitteln waren. So viel aus den vorläufigen Nachrichten ersichtlich ist, sind die Victoria-Beobachtungen am Cap von vorzüglichem Wetter begünstigt gewesen und komplette Heliometermessungen konnten vom 10. Juni ab Morgens und Abends beinahe jeden Tag ausgeführt werden. Bei denselben erfreute sich Gill der Mitwirkung des Herrn Geheimrath Auwers, der sich von Berlin zu diesem Zweck nach der Capstadt begeben hatte, und das Zusammenwirken dieser beiden Astronomen an dem ausgezeichneten siebenzölligen Repsoldschen Heliometer hat eine sehr stattliche Reihe von Messungen ergeben. Die korrespondirenden Heliometerbeobachtungen wurden von den Sternwarten in Leipzig, Bamberg, Newhaven und Göttingen gemacht; dieselben sind, soviel bis jetzt bekannt, obwohl

[3]) Im Oktober vorigen Jahres ist auf Gills Anregung und Mitwirkung durch die Sternwarten Capstadt, Newhaven und Leipzig die Parallaxenbestimmung an dem Planeten „Iris“ ausgeführt worden.

durch die ungünstigen Wetterstände etwas beeinträchtigt doch in hinreichender Zahl erlangt worden. Die Heliometerbeobachtungen der Sappho sollten am Cap am 18. September beginnen. Das Hauptgewicht legt Gill auf die möglichst sorgfältige Bestimmung der Sternörter durch Meridianbeobachtungen; eine ganze Reihe von Observatorien, von denen die zu Pulkowa, Berlin, Paris, Washington, Greenwich, vermöge ihrer ausgezeichneten Meridianinstrumente in erster Linie zur Mitwirkung berufen sind, haben diese Aufgabe übernommen. Die korrespondirenden Meridian-Beobachtungen der beiden Planeten auf der Nord- und Südhalbkugel werden übrigens an sich schon einen recht guten Näherungswerth der Sonnenparallaxe zu liefern im stande sein. Endlich sollte nach Gills Plane in ausgedehnter Weise von der astronomischen Photographie Gebrauch gemacht werden. Neben dem 9zölligen photographischen Refractor der Capstadt war die Mitwirkung mehrerer nördlicher photographischer Observatorien in Aussicht. Diese Art Beobachtungen sind so gedacht, dafs sie entweder an bestimmten Tagen zu festgesetzten Zeiten vorzunehmen waren, um mit Heliometermessungen kombinirt werden zu können, oder dafs sie, an die in den Programmen normirten Zeiten nicht gebunden, die Sternumgebung der Planeten photographisch allgemein wiedergeben und in Verbindung mit gleichen Aufnahmen der Südhalbkugel werthvolles Material zur Parallaxenbestimmung liefern sollten. — Bei der gewissenhaften Durchführung so umfassender Pläne und der eifrigen Mitwirkung, welche dieselben in Europa und Amerika gefunden haben, ist die Hoffnung sehr begründet, dafs uns die diesjährigen Oppositionen der Victoria und Sappho voraussichtlich zu einem Betrage der Sonnenparallaxe von hoher Genauigkeit verhelfen werden.

F. K. Ginzel.



Ueber das Umbiegen der Nebenflüsse in der Nähe ihrer Vereinigung mit dem Hauptstrom macht Dr. L. Henkel in „Petermanns Mittheilungen", Heft VII, 1889, einige interessante Bemerkungen. Bei den Nebenflüssen der gröfseren Ströme unseres norddeutschen Flachlandes, sowie überhaupt aller Tiefebenen bemerkt man sehr häufig, dafs dieselben, nahe der Mündung unter scharfen Winkeln umbiegend, den Hauptstrom eine Strecke in fast paralleler Richtung begleiten, ehe sie sich mit demselben vereinigen. Ein sehr auffallendes Beispiel bietet unter andern die Ilmenau, welche einige Kilometer unterhalb Lüneburgs fast rechtwinklig ihre Nordrichtung verläfst und bis zu ihrem

Zusammenflufs mit der Elbe derselben nahezu parallel läuft. Diese eigenthümliche Erscheinung ist schon von E. Reclus und Peschel hervorgehoben worden; letzterer verweist namentlich auf die Nebenflüsse des Po, wo sie besonders deutlich zu Tage tritt. Man hat diesen Vorgang durch die Verminderung der Stofskraft des Nebenflusses bei seiner Vereinigung mit dem Hauptstrome zu erklären versucht, indem man von der Thatsache ausging, dafs sich an solchen Stellen durch Niedersinken der Schlamm- und Sandtheilchen Verlandungen bilden. Hierdurch wird zwischen beiden Flüssen eine Halbinsel geschaffen, die sich mehr und mehr ausbreitet, während der Nebenflufs durch Abbruch seines der Halbinsel gegenüberliegenden Ufers das verengte Profil zu erweitern sucht. Dr. Henkel bemerkt nun, dafs diese Reclus-Peschelsche Erklärung nicht für alle Fälle zutreffend sei; es kann ihr vielmehr eine andere als ebenbürtig zur Seite gestellt werden, nämlich die Benutzung eines alten Strombettes des Hauptflusses durch den Nebenflufs. Bei der Ohre, deren Lauf in der Nähe ihrer Einmündung in die Elbe die vorerwähnte Erscheinung zeigt, ist beispielsweise diese Art der Entstehung durch historische Zeugnisse verbürgt. Der blofse Anblick der Karte kann daher nicht immer mafsgebend sein, sondern jeder einzelne Fall bedarf einer Prüfung unter Benutzung geschichtlicher Ueberlieferungen. Schw.



Ein Modell der Meeresströmungen des atlantischen Oceans wurde von Mr. A. W. Clayden in einer Abendsitzung der Royal Society zu London vorgeführt. Obwohl dasselbe die Einwirkungen der Temperatur und der Erdrotation nicht zur Darstellung bringt, konnte durch Nachahmung der über dem Atlantic herrschenden Winde doch ein ziemlich getreues Abbild der bestehenden Strömungsverhältnisse erzielt und der Beweis erbracht werden, dafs die Winde und der Verlauf der Küsten von mafsgebendstem Einflufs auf die Meeresströmungen sind. Ein weiteres Experiment zeigte, dafs bei einem Durchbruch von Centralamerika fast alles Wasser durch diese Oeffnung seinen Weg nehmen müsse, dafs dagegen ein schmaler Kanal durch die Landenge von Panama keine wesentliche Aenderung in dem Gange der Strömungen des Atlantic bewirken würde. Schw.



Das griechische Erdbeben vom 25. August.

Auf der Kgl. Sternwarte zu Berlin wurde am 25. August abermals ein leises Erzittern des Bodens beobachtet, das zweifellos mit dem Erdbeben in Beziehung stand, welches am Abend dieses Tages Griechenland heimsuchte.[1]) Dieses Beben nahm seinen Ausgang von einer unterseeischen Stelle des Korinthischen Golfes zwischen Aigion und Naupaktos und verbreitete sich mit verheerender Wirkung über die am nördlichen Küstensaum gelegene Landschaft Aetolien, während die bei den grofsen Erdbeben von 1861 und 1886 hart betroffenen Ortschaften des Pelonponnes diesmal verschont blieben. Der Direktor des englischen Zentral-Telegraphenamtes zu Zante G. G. Forster führt die Erschütterung auf den Einsturz unterirdischer Hohlräume zurück, von denen der Untergrund der Berge Moreas und zum Theil auch der Korinthische Meerbusen infolge der Auszehrung löslicher Schichten durchzogen sein soll. Zur Begründung dieser Ansicht macht er geltend: 1) dafs ein Bruch des unterseeischen Kabels zwischen Patras und Korinth an derselben Stelle erfolgt ist, wo schon früher bei dem gewaltigen Erdbeben von Aigion ein Zerreifsen stattgefunden hatte, 2) dafs das Seewasser an der Bruchstelle eine auffällige Trübung zeigte, während es weiter östlich seine dunkelblaue Färbung bewahrte; 3) scheinen ihm die Tiefseemessungen beweisgebend zu sein, durch welche eine Senkung des Meeresgrundes des Korinthischen Golfes um etliche hundert Meter während der letzten dreifsig Jahre gefunden worden ist. Mögen diese Angaben an und für sich auch zutreffend sein, so stehen doch den Ausführungen Forsters einige Bedenken gegenüber. Denn während derartige Einsturzbeben stets als nicht vulkanische Beben bezeichnet werden, hält es Forster für wahrscheinlich, dafs die Senkung des Meeresgrundes auch mit dem Ausbruch eines noch unbekannten unterseeischen Vulkans im Zusammenhang gestanden habe. Auch sind solche Einsturzbeben wegen der geringen Tiefe ihres Herdes nicht mit so bedeutenden Fernwirkungen verbunden, wie es bei dem diesjährigen der Fall war, wo das Erschütterungsgebiet sich bis Malta und Kleinasien erstreckte und die letzten Regungen der Stofswelle sich noch bis nach Norddeutschland verbreiteten[2]). Wohl

---

[1]) Vergl. I. Jahrg. Heft. I, S. 52. Die Uebertragungsdauer des Stofses von Patras nach Berlin ergab sich zu 9 Sekunden, die mittl. Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle zu etwas über 3 Kilometer.

[2]) Man hat längst erkannt, dafs die von Volger und Mohr gegebene Erklärung durch Deckeneinstürze von Höhlungen für gröfsere Erdbeben unzureichend ist; kleinere Erschütterungen, wie sie im Karst-Gebiete und im Kanton Wallis stattfinden, können allerdings hierdurch erzeugt werden.

mit mehr Berechtigung bezeichnet Dr. Balbis in Athen das Erdbeben als ein Dislokationsbeben, d. h. einen Schwingungszustand der Erdrinde, der im unmittelbaren Zusammenhang mit den Faltungsvorgängen und der gebirgsbildenden Thätigkeit steht. Hierin suchte schon Julius Schmidt die Ursache des gewaltigen Erdbebens, dem 1861 Aigion zum Opfer fiel. Es steht überdies fest, dafs der nördliche Küstensaum Moreas auf sinkendem Grunde ruht. Schon im Alterthum wurde daselbst, wie Pausanias erzählt, die Stadt Helike von den Meereswogen überfluthet, und bei dem erwähnten Erdbeben vom Jahre 1861 sind ganze Theile der Küste vom Wasser verschlungen worden. Solche Senkungen treten häufig in Begleitung tektonischer Erdbeben auf; sie sind aber nicht ihre Ursache, sondern lediglich eine Folge derselben. Schw.



Der Vulkan auf der Insel Vulkano im Aeolischen Archipel.

Der Vulcano, der Nachbar des rastlos thätigen Stromboli, befindet sich nach einem Berichte von O. Silvestri (Compt. rend., 5. Aug. 1889) gegenwärtig in einer Periode voller Thätigkeit. Seit 1771 fand daselbst kein gröfserer Ausbruch statt. Der Krater glich während der Dauer eines Jahrhunderts einer harmlosen Solfatara (Schwefelquelle), und nur selten verriethen in diesem Zeitraume Rauchwolken und Aschenfälle das im Innern des Feuerschlundes noch sich regende Leben. Seit September 1878 folgte indefs eine Zeit der Unruhe, welche den Bewohnern des Aeolischen Archipels das Wiedererwachen der unterirdischen Gewalten ankündigte. In der Nacht vom 2. zum 3. August vorigen Jahres wurden dieselben durch ein donnerartiges Getöse erschreckt, und dies war der Beginn einer elf Monate ununterbrochen andauernden Thätigkeit. Der Ausbruch war beständig von heftigen Explosionen begleitet, die gewaltige Mengen Wasserdampfes, untermischt mit Aschentheilchen, auswarfen und häufig zu elektrischen Ausgleichungen Anlafs gaben. Die in Form einer gigantischen Pinie sich erhebende Rauchwolke erreichte nach Winkelmessungen des Prof. Ricco auf dem Observatorium zu Palermo eine Höhe von 10.5 Kilometer. Anfänglich wurden nur Lapilli und alte Lavafragmente mit der Asche ausgeworfen, später Felstrümmer und vulkanische Bomben, deren Gluth unmittelbar nach dem Auswurf darauf gelegte Geldstücke zum Schmelzflufs brachte. Sie stiegen bis zu Höhen von

1 bis 2 Kilometern empor und fielen zur Erde nieder mit Geschwindigkeiten von 150 bis 200 Meter. Beachtenswerth ist die Ruhe des umgebenden Bodens. Mehrere Seismometer, welche am Kraterrande aufgestellt wurden, verriethen keine Störung, selbst nicht das Tromometer, nur am Quecksilberspiegel konnte man leise Erschütterungen wahrnehmen. Ein weiterer beachtenswerther Umstand, der vielleicht mit der Ruhe des Bodens im Zusammenhang steht, ist das Fehlen jedes Lavaergusses trotz der Anwesenheit geschmolzener Massen im Innern des Feuerschlundes. Schw.



Die Falbsche Theorie und der Einflufs des Mondes auf die Gewitter.

Seit dem Auftauchen der Falbschen Ansichten über die Wirkung der Mondanziehung auf die Fluthbewegungen unserer Atmosphäre haben die meteorologischen Erscheinungen, wie Luftdruck, Wind u. s. w. in Bezug auf ihre Abhängigkeit von den Stellungen des Mondes bereits mehrfache streng wissenschaftliche Untersuchungen erfahren. Diese Arbeiten haben so ziemlich allgemein zu dem Ergebnifs geführt, dafs der Einflufs des Mondes zwar bei einigen der meteorologischen Faktoren vorhanden, aber von verschwindender Kleinheit ist, zu den Erklärungen Falbs also unter keinen Umständen ausreicht. Man findet die diesbezüglichen Untersuchungen zusammengestellt im „Handbuch der ausübenden Witterungskunde“ von Dr. v. Bebber, Stuttgart 1885.[1]) Betreff des Zusammenhanges der Gewitter mit der Mond-

[1]) Wir heben die hauptsächlichsten dieser Ergebnisse, da dieselben im Publikum wenig bekannt sind, hier hervor: Der Luftdruck ist höher bei der Mondferne als bei der Mondnähe, der Unterschied nach den verschiedenen zahlreichen Untersuchungen aber so klein, dafs er nicht hat zahlenmäfsig festgestellt werden können. — Die durch den Mond hervorgebrachte Ebbe- und Fluthbewegung beträgt (nur in den niedern Breitegraden nachweisbar) kaum ein Hundertstel Millimeter im Barometerstande. Die Regenmenge wird ebensowenig vom Monde beeinflufst; es zeigen sich geringe Maxima bei Neu- und Vollmond und bei Mondnähe. — Ueber den Einflufs auf Windbewegung, Temperatur, Bewölkung und Gewitter war bisher kaum ein bestimmtes Resultat zu sichern, da sich die Untersuchungen in vielfachem Widerspruche zu einander befinden. — Betreffs der wissenschaftlichen Kritik der hier nur ganz kurz und unvollständig angedeuteten Verhältnisse verweisen wir auf das oben erwähnte Bebbersche Werk. Eine gemeinverständliche Zusammenfassung der Untersuchungen über den Einflufs des Mondes findet der Leser ferner in dem eben erschienenen Buche von Prof. Hermann Fritz: „Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie“, Leipzig 1889 (Internationale wissenschaftl. Bibliothek, 68. Bd.), welches wir allen Jenen dringend

periode hat nun unser Mitarbeiter, Herr Dr. Wagner, im Augusthefte der „Meteor. Zeitschrift“ eine genaue Untersuchung durchgeführt. Das Material umfafst etwa acht Jahre der seit 1879 resp. 1880 in Baiern und Württemberg von der k. bair. meteor. Centralstation publicirten Gewitteraufzeichnungen. Es ergab sich aus 47427 Meldungen für 100 synodische Mondumläufe eine hinreichend deutliche periodische Abhängigkeit der Gewitter von dem Mondlaufe (das Maximum nach dem letzten Mondviertel), doch erwies sich das Ueberwiegen der Gewitterzahl für die einzelnen Mondstellungen als so gering, dafs die gefundene Periodicität für Wetter-Prognosen gar nicht gebraucht werden kann.

Angesichts der negativen Erfolge, die auf diese Weise aus den sachlichen Untersuchungen des Mondeinflusses sich allmählich ansammeln, sollte Herr Falb wohl mit dem Dichter sagen: „Fallen seh ich Zweig auf Zweig!“ Allein zu solchem Bekenntnifs wird es nimmer kommen, denn sein Weizen blüht, so oft ein Temperaturrückgang oder anhaltende Regengüsse oder gar auch nur bescheidene Trübungen des Luftmeeres wieder einmal zufällig auf oder in die Nähe einer kritischen Mondstellung gefallen sind. Das Publikum wird dann von der Richtigkeit und Wissenschaftlichkeit der Prophezeihungen überzeugt und Herrn Falbs Ruhm steigt. Wir wünschen ihm mit Freuden weitere Ausbreitung so gearteter Berühmtheit. Indessen denken wir, wäre es gut, wenn er statt der vielen populären Bücher und Vorträge, in denen er vor der Masse seine Theorie begründet, jetzt endlich einmal ein

empfehlen, die sich darüber unterrichten wollen, was von wissenschaftlicher Seite über den Einflufs kosmischer Körper sicher gestellt worden ist. Auch Professor Fritz kommt nach Betrachtung der einschlägigen Forschungen zu dem Ergebnifs, dafs der Mondeinflufs auf die meteorologischen Faktoren zum Theil zwar vorhanden, aber so gering ist, dafs er nur ein wissenschaftliches Resultat darstellt, aber in keiner Weise den Wetterprognosen dienstbar gemacht werden könne. — Noch mehr zweifelhaft ist derzeit die Mitwirkung des Mondes bei Erdbeben. (S. das Fritzsche Buch, S. 244—247). Neuere Untersuchungen von Erdbebenreihen, wie die von Prof. Hirsch über die Schweizer Erdbeben (Bulletin de la société des sciences nat. de Neuchâtel, T. XVI 1888) haben sich scharf gegen Falb ausgesprochen. Die Perreyschen Resultate über den Einflufs des Mondes auf Erdleben sind nach einer ausgedehnten Untersuchung von Montessus de Ballere nicht bestätigt worden, worauf wir nächstens noch eingehender zurückkommen werden. — Ueber Finsternisse und Erdbeben, die nach Falb einen Zusammenhang haben sollen, wird in einem der nächsten Hefte eine Mittheilung folgen. Wir bemerken, dafs das Resultat gleichfalls ein negatives ist. — So blieben denn noch die Grubenexplosionen übrig; bei diesen hat Herr Falb vorläufig noch freies Feld für schöne Prophezeihungen, da über den Zusammenhang der schlagenden Wetter mit dem Monde so viel wie nichts vorliegt.

fachliches, wirklich wissenschaftliches Buch schreiben wollte, wo er vor wissenschaftlichen Lesern den Beweis liefert, entweder, dafs die oben gedachten verschiedenen geringfügigen Mondwirkungen auf falsche Weise aus den meteorologischen Beobachtungsreihen abgeleitet worden sind, also die von der Wissenschaft bisher befolgten Methoden unrichtig sind, oder aber, dafs beim Vorhandensein der sog. Fluthconstellationen die Kleinheit des Mondeinflusses schon hinreichend ist, die grofsen Vorgänge zu erklären, welche sich ohne Unterbrechung in den Wettererscheinungen und im Innern der Erde vollziehen. Die Wissenschaft wartet seit anderthalb Dezennien vergeblich auf die Erbringung des einen oder des anderen dieser Beweise; der wunderliche Weg, Theorien vor die Oeffentlichkeit zu tragen, bevor dieselben strenge begründet worden sind, und Prophezeihungen zu wagen, bevor dieselben einen Boden haben, mufs der Wissenschaft ebenso kraus wie widersinnig erscheinen. F. K. Ginzel.



Kometenmedaille der astronomischen Gesellschaft der pacifischen Staaten. Die Jagd nach neuen Kometen, die bekanntlich mit besonderem Eifer und Erfolge von einigen amerikanischen Astronomen betrieben wird, ist durch eine neue, von J. A. Donohoe gestiftete und von der astronomischen Gesellschaft der pacifischen Staaten vom 1. Januar 1890 ab zu verleihende Medaille um einen weiteren Reiz bereichert worden. Jedermann, der einen unerwarteten Kometen entdeckt oder die erste Beobachtung eines wiederkehrenden periodischen Kometen erlangt und davon einerseits dem Direktor der Lick-Sternwarte sofortige briefliche Mittheilung zugehen läfst, andererseits an die Centralstelle für astronomische Telegramme nach Kiel berichtet, kann sich diese Auszeichnung erwerben, und es steht sonach auch denjenigen unserer Leser, die über ein einigermafsen brauchbares Fernrohr verfügen, frei, sich an dem schönen Wettkampf im Dienste der Wissenschaft zu betheiligen.



Meteor. Am 15. Oktober ist um 6 Uhr 49 Min. Berl. Zt. über Deutschland ein Meteor von seltener Gröfse und Leuchtkraft erschienen. Dem Schreiber dieser Zeilen ist es unter der freundlichen Beihilfe des Herrn Prof. v. Niessl gelungen, eine grofse Anzahl von Nach-

richten über die Erscheinung aus allen Theilen von Deutschland und Oesterreich zu sammeln, und wenn auch nur ein kleiner Theil der Mittheilungen für die Bahnbestimmung verwendbar ist, so steht doch zu hoffen, dafs eine solche auf Grund des vorliegenden Materials möglich sein wird. So weit sich bis jetzt aus den Beobachtungen übersehen läfst, war der Lauf des Meteors ziemlich genau von Osten nach Westen gerichtet und fand seinen Endpunkt südlich vom Harze, in der Umgegend von Nordhausen.

Die Höhe des Meteors mufs eine sehr beträchtliche gewesen sein, denn man hat es südlich bis nach Steiermark und Heilbronn, westlich bis in die Rhein-Provinz und nördlich bis Stralsund wahrnehmen können. Gleichwohl hat die grofse, dem elektrischen Lichte vergleichbare Helligkeit des fast mondgrofsen Meteorkörpers bei fast allen Beobachtern die Illusion unmittelbarer Nähe und sehr geringer Höhe über der Erdoberfläche hervorgerufen, so dafs man an den verschiedensten Orten in der nächsten Umgebung nach herabgekommenen Stücken — natürlich vergeblich — gesucht hat. Beim Zerplatzen hat eine donnerähnliche Detonation stattgefunden, die an vielen Orten einige Minuten später deutlich wahrgenommen werden konnte. — Die gegenwärtige Zeit erweist sich überhaupt ungemein reich an hellen Meteoren, denn auch am 29. Oktober, am 2., 6., 10., 15. und 22. November sind in Deutschland sehr helle Meteore gesehen worden. Ob diese verschiedenen Meteore einen gemeinsamen Ursprung haben, kann erst die spätere Berechnung entscheiden. Kbr.



Le Verrier und die Meteorologie. Neben der Astronomie darf die Meteorologie den gefeierten Errechner des Neptun den ihren nennen, da sie seinem organisatorischen Talente die modernen Errungenschaften zum grofsen Theile verdankt. Hätte Le Verrier als Astronom nicht so grofsen Ruhm erlangt, so würden seine Verdienste um die Meteorologie auch in weiteren Kreisen höher geschätzt werden, denn er war es, der im Jahre 1855 die Wettertelegraphie in Vorschlag brachte, und bereits von der Nützlichkeit der telegraphisch zu ertheilenden Sturmwarnungen überzeugt war. Durch seine Bemühungen erschienen die ersten täglichen Wetterberichte mit Isobarenkarten im Jahre 1858 als „Bulletin international".

Denjenigen, welche Le Verrier nur als theoretischen Astronomen kennen gelernt haben, wird es eine interessante Ergänzung seines

Lebensbildes sein, dafs derselbe grofse Theoretiker auch in praktischen Fragen ein tiefes Verständnifs bezeugte, indem er die Meteorologie für die Förderung der Landwirthschaft in ausgedehntestem Mafse dienstbar zu machen suchte. Die ausgezeichnete meteorologische Organisation Frankreichs, welches mit einem dichten Netze von Stationen zum Studium der Niederschlagsverhältnisse, der Gewitter, der Verbreitung und Entstehung der Hagelfälle bedeckt ist, entstand auf seine Initiative — es war sein eifriges Bestreben, Verständnifs und Interesse für meteorologische Forschung in den weitesten Kreisen der Bevölkerung zu erwecken. E. W.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Dezember-Januar.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
22.	Dez.	Neumond	8h 0m Mg.	3h 44m Nm.
23.	„	Erdnähe	9 12 „	4 48 „
29.	„	Erstes Viertel	0 21 Nm.	30. 0 50 Mg.
6.	Jan.	Vollm. u. Erdferne	4 10 „	8 28 „
14.	„	Letztes Viertel	0 7 Mg.	11 38 „

Maxima der Libration: 29. Dezember, 12. Januar.

Am 22. Dezember findet auf der Südhalbkugel der Erde eine totale Sonnenfinsternifs statt. Die Finsternifs wird im ganzen Congogebiete, der Umgebung des Tanganjika Sees und den angrenzenden Ländern sehr auffällig sein; die Totalität wird namentlich von einer portugisischen Station südlich von S. Paolo da Loando aus beobachtet werden können. Wie verlautet, sollte von amerikanischen Astronomen dorthin eine Expedition veranstaltet werden.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Dezb.	17h 51m	—25° 9'	8h 40m Mg.	3h 48m Nm.	16h 26m	—20° 58'	6h 42m Mg.	2h 54m Nm.
19. „	18 19	—25 20	8 53 „	3 59 „	16 47	—21 49	6 53 „	2 53 „
23. „	18 47	—25 8	9 5 „	4 13 „	17 9	—22 31	7 4 „	2 54 „
27. „	19 15	—24 31	9 12 „	4 30 „	17 31	—23 2	7 14 „	2 56 „
31. „	19 43	—23 29	9 16 „	4 50 „	17 52	—23 21	7 23 „	2 59 „
4. Jan.	20 10	—22 3	9 16 „	5 10 „	18 14	—23 29	7 30 „	3 4 „
8. „	20 34	—20 17	9 13 „	5 31 „	18 36	—23 26	7 36 „	3 10 „
12. „	20 55	—18 17	9 5 „	5 49 „	18 58	—23 10	7 41 „	3 17 „

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Dezb.	13h 18m	— 6°41'	2h 13m Mg.	1h 13m Nm.	19h 1m	—22° 53'	9h 33m Vm.	5h 15m Nm.
21. „	13 31	— 7 59	2 9 „	0 55 „	19 7	—22 44	9 14 „	4 58 „
27. „	13 44	— 9 13	2 5 „	0 37 „	19 13	—22 35	8 55 „	4 41 „
2. Jan.	13 57	—10 25	2 1 „	0 19 „	19 19	—22 24	8 36 „	4 26 „
8. „	14 10	—11 34	1 57 „	0 3 „	19 25	—22 13	8 17 „	4 9 „
14. „	14 22	—12 40	1 52 „	11 46 Vm.	19 31	—22 1	8 1 „	3 55 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
19. Dezb.	10h 25m	+11° 30'	9h 27m Ab.	11h 41m Vm.	13h 37m	— 9° 28'	2h 34m Mg.	1h 1m Nm.
27. „	10 25	+11 35	8 54 „	11 10 „	13 38	— 9 34	2 7 „	0 30 „
4. Jan.	10 24	+11 42	8 22 „	10 38 „	13 39	— 9 39	1 33 „	11 59 Vm.
12. „	10 23	+11 52	7 48 „	10 6 „	13 39	— 9 42	1 4 „	11 28 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 22. Dez. westl., 30. östl., 7. Januar westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Dezb.	4h 4m	+ 19° 2'	2h 47m Nm.	6h 33m Mg.
27. „	4 2	+ 18 59	1 47 „	5 33 „
11. Jan.	4 1	+ 18 56	0 46 „	4 32 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

(Die Verfinsterungen sind wegen der sonnennahen Stellung des Jupiter nicht beobachtbar.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

			Gröſse	Eintritt	Austritt
3. Januar	* ε	Tauri	3.6m	0h 16m Mg.	1h 1m Mg.
3. „	* 1	„	5.5	5 12 Nm.	5 24 Nm.
5. „	* μ	Gemin.	3.0	6 30 Mg.	7 5 Mg.
7. „	* μ²	Cancri	5.5	7 20 „	8 9 „

(3m v. Sonnenaufg.)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.	
S Cassiop.	26. Dezb.	6.7—8.5m	13m	1h	11m	34s	+ 72°	2'
R Ceti	10. Jan.	8—8.7	13	2	20	25	— 0	40
R Persei	15. Dezb.	8—9	12	3	23	3	+ 35	18
U Gemin.	21. „	9	13	7	48	34	+ 22	17
V Cancri	19. „	7	12	8	15	26	+ 17	38
T Virginis	17. „	8.5	13	12	8	58	— 5	25
U Herculis	13. Jan.	7	11.5	16	20	56	+ 19	9

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 18., 23., 28. Dez., 2., 7., 12. Jan. Abends.
Algol . . 20. Nm. 26. Mg., 1. Jan. Ab., 6. Ab. 12. Mittg.
U Coronae . . 22. Nm. 29. Dez. Vm., 5. Jan. Mg. 12. Mg.
S Cancri . . 21. Dez. Mg., 30. Ab., 9. Jan. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 17. Dez. 13. Jan.
W Virginis . 18. Dez., 3. Jan. (Minima 10m, Maxima 9m).

6. Meteoriten.

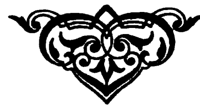
Beachtung verdient der Meteoritenschwarm der „Quadrantiden", die um das Ende des Jahres (Maximum 2. Januar) nördlich vom Kopfe des „Bootes", aus einem Punkte des „Mauerquadranten" (AR 230°, D = + 52½°) schwärmen. Der Mond wird der Wahrnehmung der Sternschnuppen nicht allzu hinderlich sein.

7. Nachrichten über Kometen.

Der Barnardsche Märzkomet bewegt sich im Dezember im südlichen Theil des Walfisches mit abnehmender Helligkeit nordwärts.

Für den Barnardschen Junikometen, der vermöge seiner Lichtschwäche nicht lange beobachtet werden konnte, ist von Berberich die Bahn einer Ellipse mit 128 Jahren Umlaufszeit angegeben worden.

Die Rückkehr des elliptischen Kometen Brorsen (5½ Jahre Umlaufszeit) wird im Dezember erwartet. Der Komet wird nur von den Sternwarten der südlichen Erdhälfte beobachtet werden können; er steht um Neujahr in den südlichen Fischen.





Ueber den Winneckeschen Kometen und die Masse des Planeten Merkur.

Wir haben bereits im Aprilhefte des vorigen Jahrganges unserer Zeitschrift (S. 433) von einer Fortsetzung der Rechnungen über die Bahn des periodischen Kometen Winnecke Nachricht gegeben, welche Herr E. v. Haerdtl, Docent in Innsbruck, im Anschlufs an die Untersuchungen Oppolzers über denselben Kometen unternimmt. Als Hauptresultat wurde damals hervorgehoben, dafs diese Weiteruntersuchung der in den Jahren 1858 bis 1886 beobachteten 4 maligen Rückkehr des Kometen die Existenz einer vermutheten Beschleunigung der Umlaufsbewegung und damit das Vorhandensein eines sogenannten „widerstehenden Mittels“ nicht bestätigt hat. Der kürzlich erschienene zweite Theil*) der Arbeit des Herrn v. Haerdtl enthält so bemerkenswerthe und wichtige Ergebnisse, dafs wir uns gestatten, das für weitere Kreise Interessante wiederum in Kürze darzulegen.

Abgesehen von der Berechnung der schliefslichen Bahn, welche die Beobachtungen der Jahre 1858—86 für den Kometen ergeben, hat sich der Verfasser namentlich mit der Frage über die Masse des Planeten Merkur beschäftigt. Die Kenntnifs der Massen der grofsen Planeten ist uns bekanntlich zur Ausführung der Störungsrechnungen sehr wichtig, da die Störungswerthe (d. h. also die Beträge, um welche die Bahnen der Himmelskörper, beispielsweise der Kometen, durch die Anziehungskraft der Hauptplaneten verändert werden) von den Massen der störenden Planeten abhängig sind. Je nach der Annahme der Masse wird bei Zuziehung der ermittelten Störungen die berechnete Bahn des Kometen eine andere, also auch die Uebereinstimmung der daraus berechneten Orte des Kometen am Himmel mit den wirklich beobachteten je nach der Genauigkeit der zu Grunde gelegten Masse eine mehr oder minder gute. Umgekehrt ist klar, dafs man in manchen Fällen aus der erhaltenen Abweichung der Beobachtung von der Rechnung einen Rückschlufs auf die Masse machen kann, welche einem bestimmten Planeten zukommt. Beim Planeten Merkur befanden sich die Astronomen betreffs der anzunehmenden Masse bisher in ziemlicher Verlegenheit. Backlund hatte (in der eben angedeuteten Weise) aus den Differenzen der Beobachtung und Rechnung der Erscheinungen des bekannten Enckeschen Kometen aus den Jahren 1871—85 auf eine Merkursmasse von 1/2668700**) geschlossen, während v. Asten bei demselben Kometen, aber auf Grund der Beobachtungen bei den Wiederkünften zwischen 1819—1868 eine

*) Die Bahn des periodischen Kometen Winnecke in den Jahren 1858—86, II. Theil. (Denkschr. d. Wiener Akad. d. W. LVI. Band. 1889.)

**) Die Planetenmassen werden sämtlich in Theilen der Sonnenmasse, wobei diese als 1 angenommen wird, ausgedrückt.

Masse von 1/7636440 gefunden hatte, also eine höchst beträchtliche Differenz gegen erstere, in welche sich der von Le Verrier ermittelte, ältere Betrag 1/5310000 etwa einpassen liefs. Herr v. Haerdtl zeigt nun, dafs man bei dem Winneckeschen Kometen in den Abweichungen der Beobachtung gegen die Rechnung eine gleich mifsliche Darstellung erhält, ob man nun den Astenschen oder den Backlundschen Werth für die Masse des Merkur in die Rechnungen einführt. Er vermuthet, dafs der richtige Betrag nahe dem Le Verrierschen Werthe liegen müsse. Eine Bestätigung der Richtigkeit dieser Vermuthung ergiebt sich zunächst aus dem Zurückgreifen auf Le Verriers Arbeit, da sich unter Einführung neuerer Bestimmungen der Massen von Venus und Erde die Merkursmasse auf 1/5514700 stellt. Die merkwürdige, auch dem Laien auffällige Differenz der Backlundschen und Astenschen Merkursmasse mufs daher eine besondere Ursache haben. Haerdtl findet den Grund der Verschiedenheit darin, dafs man bei dem Enckeschen Kometen mit der Bestimmung der bekannten Umlaufsbeschleunigung (der Acceleration der mittleren Bewegung des Kometen, die zur Einführung des „widerstehenden Mittels" in die Rechnung geführt hat) auch gleichzeitig hat die Merkursmasse bestimmen wollen. Der Verfasser zeigt, dafs wenn dieses auf ein doppeltes Ziel gerichtetes Verfahren vermieden wird, man beim Enckeschen Kometen für die Erscheinungen der Jahre 1819—68 die Merkursmasse 1/5648600, und aus den Erscheinungen von 1871—85 die Masse 1/5669700 erhält, also eine ganz bemerkenswerthe Uebereinstimmung, die den Schlufs rechtfertigt, dafs der wahre Werth der Masse Merkurs jedenfalls nicht viel von 1/5650000 entfernt sein kann. Haerdtl begründet dann den Einwurf, warum die gleichzeitige Bestimmung von Masse und Acceleration nicht statthaft sei, durch Rechnung. Zum Schlusse berührt er die Frage, welche Ursache wohl beim Enckeschen Kometen die Veränderungen in der bekannten, schon von Encke selbst rechnerisch festgestellten unzweifelhaften Acceleration hervorbringen könnte. Asten und Backlund haben nämlich aus ihren neuen Untersuchungen über die Bewegung des Kometen Encke gefunden, dafs das Verhalten der Acceleration im Laufe der Zeit kein stetiges gewesen ist, dafs vielmehr diese Acceleration in der Nähe des Jahres 1869 eine plötzliche Veränderung erlitten hat, wie auch um 1845 die Acceleration eine Verstärkung (nach Asten um ein Drittel) erfahren haben dürfte. Aus einer näheren Untersuchung der Bewegung des Enckeschen Kometen in den Jahren 1868, 1878, 1881 schliefst Haerdtl, dafs solche Veränderungen der mittleren Bewegung schon selbst während der Dauer einer Wiederkehr des Kometen vor und nach der Zeit seiner Sonnennähe stattgefunden haben könnten. Er ist geneigt weiter anzunehmen, dafs eine solche Aenderung wiederholt eingetreten sei, und bezeichnet auf Grund seiner Nachrechnungen die Zeiten

1832—35	als	wahrscheinlich
1845	„	höchst wahrscheinlich
1853	„	sicher
1868	„	„
1878—81	„	sehr wahrscheinlich,

in welchen Aenderungen der Bewegungsgeschwindigkeit erfolgt seien. Es ist nun sonderbar, dafs die damit gleichlaufenden Jahre 1833, 1845, 1856, 1867 und 1879 die Jahre des Minimums der Sonnenfleckenthätigkeit bedeuten. „Diese Uebereinstimmung", sagt der Verfasser, „ist eine so merkwürdige, dafs es mir scheint, man könne sich nicht länger der Nothwendigkeit entziehen, an einen Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Bewegung des Enckeschen Kometen mit der 11jährigen Sonnenfleckenperiode zu glauben, umsomehr, als

sich auch physikalisch ein Zusammenhang leicht erklären läfst, denn nach Zöllner wäre die 11jährige Periode der Sonnenflecken nichts anderes als das Resultat eines grofsen in der Sonne und ihrer Umgebung gleichzeitig stattfindenden Ausgleichungsprozesses von Druck und namentlich von Temperaturdifferenzen." Bemerkenswerth ist, dafs auch Asten denselben Gedanken geäufsert hat. Eine Stütze für solche Vermuthung kann man aufserdem in einem Ergebnisse finden, zu welchem Berberich über die Helligkeit des Enckeschen Kometen gelangt ist. Derselbe fand, dafs die Helligkeit eine Beziehung zu der Sonnenfleckenperiode involvirt, indem die hellsten Erscheinungen des Kometen sich um die Zeiten der Fleckenmaxima, die lichtschwachen Wiederkünfte um die Zeiten der Minima der Fleckenperiode gruppirt haben.

F. K. Ginzel.

Vademecum astronomi. Vollständige Sternkarte etc. von J. Plafsmann, Paderborn, Verl. v. Schöningh. Preis 3 M.

Die vorliegende neue Sternkarte mit begleitendem Texte ist besonders für solche Liebhaber der Sternkunde bestimmt, welche die Himmelserscheinungen nach Möglichkeit, so weit es ohne kostspielige Instrumente möglich ist, selbst beobachten wollen. Die eigentliche Sternkarte, die wohl nur zur Orientirung am Himmel dienen soll und auf der darum auch nur die helleren Sterne bis zur vierten Gröfse verzeichnet sind, ist begleitet von vier stummen Karten auf Pauspapier, welche lediglich die Sternpositionen ohne alle Bezeichnungen und ohne Gradeintheilung enthalten. Diese Beigabe mufs als sehr willkommen begrüfst werden; den Vortheil, welchen derartige Karten gewähren, die für das eigene Einzeichnen von Planeten- und Kometenläufen, Meteorbahnen etc. bestimmt sind, haben wir bereits vor einiger Zeit („Himmel und Erde" I. Jahrg. S. 194) betont und demgemäfs ist auch der von dem Herausgeber gegenwärtiger Zeitschrift besorgten neuen Auflage der Diesterwegschen populären Himmelskunde eine ebensolche stumme Karte beigegeben. Der Plafsmannschen Karte ist ein erläuternder Text hinzugefügt, der gleichzeitig ein bis zum 1. Januar 1892 reichendes astronomisches Kalendarium für die mit blofsem Auge sichtbaren Himmelserscheinungen enthält.

Paul Carus. Fundamental Problems. The method of philosophy as a systematic arrangement of knowledge. Chicago 1889. 268 pag. 8°.

Obgleich die Erörterung philosophischer Fragen nicht in den Bereich unserer Zeitschrift fällt, wollen wir dennoch auf dieses Werk aufmerksam machen, da es zeigt, welch grofsen Einflufs auch jenseits des Oceans deutsche Wissenschaft besitzt. Die einzelnen Kapitel dieses Buches wurden zuerst in der zu Chicago erscheinenden Zeitschrift „The Open Court" abgedruckt, deren Leiter Paul Carus ist, welche neben dem Bestreben, Kenntnifs über die wissenschaftliche und literarische Thätigkeit Deutschlands in Amerika zu verbreiten, sich zu einem beachtenswerthen Organ für pädagogische, philosophische und nationalökonomische Fragen entwickelt hat.

Es wird jetzt in Amerika fleifsig philosophirt, und auch das vorliegende Werk legt Zeugnifs ab für das ernstliche Bestreben, der Philosophie als der Grundlage aller Wissenschaften die ihr gebührende Würdigung zu verschaffen. Die Philosophie des Verfassers stellt sich als eine monistische dar, welche von dem durch Huxley und Herbert Spencer vertretenen Agnosticismus, wie vom Mysticismus gleich weit entfernt bleibt, und sich in ihrer praktischen Form, als Moralphilosophie, im Meliorismus darstellt, als Versöhnung des einseitigen Optimismus und Pessimismus. Eine Auswahl von Aussprüchen des

Philosophen auf dem Cäsarenthrone, des Kaisers Marcus Aurelius Antoninus, eröffnet das interessant geschriebene Werk.

Dr. Ernst Wagner.

W. J. van Bebber, Lehrbuch der Meteorologie für Studirende und zum Gebrauch in der Praxis. Stuttgart, F. Encke 1890. XII u. 391 pag. 8°.

Der durch seine vielfachen Arbeiten auf dem Felde der praktischen Meteorologie rühmlichst bekannte Verfasser ist in dem vorliegenden Werke bemüht, zu einer gründlichen Kenntnifs der modernen Meteorologie durch eine dem augenblicklichen Stande der Wissenschaft vollkommen entsprechende Darstellung ihrer Theorie und Praxis, sowie durch Darbietung geeigneten Beweismaterials in Form zahlreicher Tabellen die erforderlichen Mittel zu beschaffen. Ein solches Lehrbuch dürfte sicher sehr erwünscht sein, da es keine Ansprüche an mathematische Vorbildung macht, wie das wohl bekannte Lehrbuch der theoretischen Meteorologie von Sprung, dennoch aber dem Leser zu einer eingehenderen Erkenntnifs der so mannigfaltigen Vorgänge in der Atmosphäre verhilft, als es die populären Darstellungen nach dem Vorgange von Mohns „Grundzügen der Meteorologie“ vermögen. Im Anschlufs an die theoretische Meteorologie findet die Klimatologie ausführliche Berücksichtigung; in der Lehre vom Wetter und der praktischen Meteorologie, den Anleitungen zur Aufstellung von Prognosen giebt der Verfasser hauptsächlich eine Bearbeitung eigner Forschungen, welche er in dem in Fachkreisen hochgeschätzten „Handbuch der ausübenden Witterungskunde“ zuerst im Zusammenhange veröffentlicht hat.

Da der Verfasser unnützen Hypothesen abhold ist, so enthält sein Lehrbuch ausschliefslich gesicherte und wohlbegründete Forschungsresultate, man wird daher in demselben Betrachtungen über kosmische Witterungseinflüsse vergebens suchen, insofern van Bebber mit gutem Recht dieselben als nicht geeignet für systematische Darstellung und Aufnahme in ein allgemeinen Zwecken gewidmetes Lehrbuch betrachtet. Der darüber näheren Aufschlufs verlangende Leser wird auf den Band I des „Handbuches pp.“ desselben Verfassers verwiesen, worin diese Fragen eine erschöpfende Behandlung gefunden haben.

Die gute Ausstattung dürfte zur Empfehlung des Werkes ebenfalls beitragen, welches sicher einen grofsen Leserkreis finden wird, umsomehr da es ein reichhaltiges Material in sich vereinigt, welches bisher meist in Zeitschriften zerstreut, nur dem Fachkundigen ohne Mühe zugänglich war.

E. W.





Herrn H. in Währing. Sie wünschen von uns eine Widerlegung der Fluththeorie Falbs, womöglich in Form eines „mathematischen Gegenbeweises.“ Wie wir letzteren geben sollen, ist nicht recht verständlich. Der auf Grundlagen der Rechnung ruhende Gegenbeweis der Streitfrage, d. h., dafs der Mondeinflufs, sowohl auf die meteorologischen Faktoren, als auch auf Erdbeben und dgl. ein verschwindend kleiner sei, so dafs er ein darauf gegründetes Prophetenthum oder die Formulirung einer wissenschaftlichen Hypothese in keiner Weise rechtfertigt, dieser Beweis ist schon und wird noch fortwährend durch die wissenschaftlichen Arbeiten erbracht, die in Fachjournalen erscheinen. (Eine Zusammenfassung der neueren giebt das übrigens an einem andern Orte dieser Zeitschrift citirte (S. 146) Buch von Fritz). Auch die Wichtigkeit der aus einzelnen Mondstellungen hervorgehenden Fluthfactoren, denen Falb viele Bedeutung beigelegt, hat bis jetzt nicht bestätigt werden können. Falbs Beweise gegenüber diesen Arbeiten in seinen Büchern, Vorträgen und Zeitungsartikeln bestehen entweder in blofsen statistischen Zusammenstellungen, oder in der sich öfters wiederholenden Methode, Einzelerscheinungen herauszugreifen und diese als Beweise für den Mondeinflufs hinzustellen. Die eine dieser Verfahrungsarten mufs so falsch sein, wie die andere. In ersterer Hinsicht kann bei der Gefahr, die, wie mannigfache andere Vorkommnisse beweisen, mit dem Aufsuchen von Perioden in Naturerscheinungen verbunden ist, nur ein vorsichtiges, vollkommen exaktes Vorgehen (also nach wissenschaftlichen Grundsätzen) die Wahrheit entdecken, bei blofser statistischer Anhäufung sind die Thüren jedem Irrthum offen. Das andere Verfahren, nämlich nach der beliebten Methode, Einzelerscheinungen hervorzuheben und jedesmal Lärm zu schlagen, so oft einige Fälle mit kritischen Tagen stimmen, die Gegenfälle aber todtzuschweigen, ist der heutigen Meteorologie und Astronomie ihrem ganzen Wesen nach so fremd, dafs man darüber nur staunen kann, wie Jemand eine solche Methode für beweisend halten mag. Denn gerade diese letztern beiden Wissenschaften sind von der Natur selbst auf den Weg gedrängt worden, ihre Schlüsse immer nur aus umfassendem verläfslichen Material und nimmermehr aus Einzelfällen zu ziehen. Von diesen Hauptgrundsätzen, der Ableitung jedes Resultates ein ausreichendes Beobachtungsmaterial und eine nach strengen Grundsätzen erfolgte Untersuchung vorauszusetzen, werden Astronomie und Meteorologie so lange nicht abgehen, bis der berüchtigte Satz bewiesen wird: „Die Wissenschaft mufs umkehren!“

Es wäre also, wie Sie wohl sehen, der Streit des Wissens gegen den des Glaubens, den wir führen müfsten, wenn wir einem gröfseren Publikum die Unhaltbarkeit der Falbschen Ansichten klar darlegen wollten. Denn wir würden ja doch nicht Jene überzeugen, die nicht durch eigenes Interesse an der Wissenschaft und nicht durch eigenen Bildungsdrang zum Verständnifs

für die Methode der wissenschaftlichen Arbeit unserer Tage gelangt sind, die sich also beim nächsten Falbschen Vortrage wiederum am Gängelbande führen und von allerhand „Thatsachen“ irre führen lassen werden. Jene Denkenden, die aber in die Methoden einigen Einblick gewonnen haben, werden, wenn sie nur vergleichen, wie die Frage des Mondeinflusses von Falb, und wie sie von den Vertretern und Mitarbeitern der Wissenschaft behandelt wird, sich selbst die Antwort geben können, wem hier das Vertrauen zu schenken ist.

Zu einer nur allgemeinen Darstellung mögen wir uns darum nicht entschliefsen; wir werden aber in allen Fällen, wo neue Ergebnisse über die streitigen Gegenstände veröffentlicht werden, und diese Untersuchungen wirklich wissenschaftlicher Natur sind, Berichte bringen, mögen nun die Resultate für oder gegen Falb sprechen. Desgleichen wollen wir künftighin das Verhalten in den Vorgängen der meteorologischen und seismischen Bewegungen mit den „kritischen Tagen“ Falbs vergleichen und werden von Zeit zu Zeit auf die Prognostica des letzteren zurückkommen.

Herrn W. M. in Danzig. Auf der unserem ersten Hefte beigegebenen Sonnenphotographie ist natürlich keine Spur von der Korona zu sehen. Der eckige, nur auf einzelnen Exemplaren überhaupt sichtbare Lichtschimmer rührt von der Begrenzung der photographischen Platte her.

Herrn Pfarrer Thraen in Dingelstaedt. Ihre Idee, die Photographie zu stereoskopischen Bildern von Nebeln zu verwenden, um daraus die wahre Gestalt der letzteren zu erkennen, ist jedenfalls eine sehr interessante. Bei der praktischen Durchführung dürften sich jedoch unüberwindliche Schwierigkeiten herausstellen. Die jährliche Parallaxe der Erdbahn ist hier nicht verwendbar, weil diese Distanz eine gar zu geringe scheinbare Verschiebung der Nebeltheile hervorbringen würde. Es ist dabei zu bedenken, dafs die Parallaxen der Fixsterne nur noch Bruchtheile von Bogensekunden betragen, d. h., dafs die parallaktische Verschiebung hier 50—100 mal geringer ist, als die Breite eines Haares, welches man in deutlicher Sehweite vom Auge hält. Eine bessere Wirkung wird man ohne Zweifel erzielen, wenn man die Eigenbewegung des Sonnensystems benutzt, um die beiden stereoskopischen Bilder in einer Zwischenzeit von etwa einem Jahrhundert aufzunehmen. Dabei wird aber die neue Schwierigkeit eintreten, dafs man kaum dieselben Instrumente und dieselben Methoden im zweiten Jahrhundert anwenden kann und dafs der Luftzustand jedenfalls sehr verschieden sein wird. Die beiden stereoskopischen Bilder werden also unvermeidlich aus äufseren Gründen sehr verschieden ausfallen und dadurch im Stereoskop Täuschungen der körperlichen Form hervorrufen, welche der wahren Form nicht entsprechen. Immerhin aber sollte man es auf den interessanten Versuch ankommen lassen und was an uns liegt, unsere Nachfolger im nächsten Jahrhundert darauf hinzuweisen, soll gern hiermit geschehen sein.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Untersuchungen Montignys über das Funkeln der Sterne.

Von Dr. L. de Ball, Astronomen an der Sternwarte zu Lüttich.

Richtet man in einer schönen Winternacht seinen Blick zum Himmel, so ist das Auge bald gefesselt durch den lebhaften Wechsel von Licht und Farbe, den die Sterne darbieten: es ist das die unter dem Namen des Funkelns der Sterne bekannte höchst anmuthige und die sonst so majestätische Ruhe des Himmels angenehm belebende Erscheinung. Besonders schön in Glanz und Farbenpracht zeigt sie sich bei hellen Sternen in mäfsiger Höhe über dem Horizont, nur schwach ausgeprägt ist sie bei Sternen in der Umgebung des Zeniths. Endlich funkeln die Sterne zwar in allen Jahreszeiten, aber im allgemeinen mit gröfserer Intensität im Winter als im Sommer. Das sind einige der wesentlichsten Eigenschaften, welche das unbewaffnete Auge uns als dem Funkeln eigen erkennen läfst.

Zur Erklärung dieser Erscheinung sind verschiedene Versuche gemacht worden; wir beschränken uns aber hier darauf, nur eine jetzt viel verbreitete Ansicht wieder zu geben. Das Licht, welches uns die Sterne zusenden, ist kein einfaches, sondern aus verschiedenfarbigen Strahlen zusammengesetztes Licht. Nun ist bekannt, dafs ein Lichtstrahl, wenn er aus einem Medium in ein anderes übertritt, also z. B. aus dem leeren Weltraum in die Atmosphäre oder auch nur aus einer Luftschicht in eine andere, aber von anderer Dichtigkeit und Temperatur als die erstere, von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt wird; und ferner, dafs diese Ablenkung am schwächsten für rothes, am stärksten für violettes Licht ist und für die zwischenliegenden Farben

des Regenbogens mittlere und vom Roth bis zum Violett hin stetig wachsende Beträge erreicht. Verfolgen wir ein von einem Sterne ausgehendes unendlich dünnes Strahlenbündel bis zu seinem Eintritt in die Atmosphäre, so werden die verschiedenfarbigen Strahlen, welche bis dahin zusammengingen, auseinandergelegt und sie treten naturgemäfs um so weiter auseinander, einen je gröfseren Weg sie in der Atmosphäre zurückgelegt haben; dabei sind die violetten Strahlen als die am stärksten gebrochenen die untersten und die rothen die obersten. Die Strahlen sind schliefslich so weit auseinandergebreitet, dafs das Auge eines Beobachters nur mehr im stande ist, einen kleinen Theil derselben gleichzeitig in sich aufzunehmen; es seien das beispielsweise die violetten Strahlen. Der Beobachter würde dann also den Stern, vorausgesetzt, dafs dieser nur das eine anfangs betrachtete Bündel von Strahlen aussendet, in violettem Lichte erblicken. Der Stern sendet aber nicht nur nach einer Richtung ein Strahlenbündel, sondern nach allen möglichen Richtungen. Ein dem erstbetrachteten benachbartes und unterhalb desselben liegendes Bündel wird beim Eintritt in die Atmosphäre genau so wie das erste zerlegt. Von diesem zweiten Bündel liegen aber nun die violetten Strahlen zu tief, um in das Auge des Beobachters eindringen zu können; das Auge empfange von diesem zweiten Bündel etwa nur die blauen Strahlen. Ein drittes vom Sterne nach einer noch weiter nach unten gehenden Richtung ausgesandtes Strahlenbündel liefere die grünen Strahlen, ein viertes die gelben, ein fünftes die orangefarbenen und endlich ein sechstes die rothen Strahlen. Es vereinigen sich also schliefslich im Auge des Beobachters Strahlen von allen Farben, vom Violett angefangen bis zum Roth, und der Gesamteindruck, den dieser empfängt, ist wieder der des Weifs. Die Strahlen, welche im Auge zusammentreffen, waren aber, wie wir im vorigen erkannten, ursprünglich weit von einander entfernt, und zwar ist nach einer von Respighi angestellten Rechnung, für einen Stern, welcher dem Horizonte nahe ist, der Abstand der rothen und violetten Strahlen in einer Entfernung von 904 km vom Beobachter 50 m, in einer Entfernung von 285 km 17 m und in einer Entfernung von 90 km 5 m. Bis jetzt setzten wir voraus, dafs die verschiedenen vom Sterne ausgehenden Strahlenbündel, von denen jedes nur Strahlen von einer bestimmten Spektralfarbe in das Auge des Beobachters gelangen liefs, in genau gleicher Weise durch die Atmosphäre zerstreut würden. In einer grofsen Entfernung vom Beobachter sind aber die einzelnen, sich unter der genannten Voraussetzung in seinem Auge vereinigenden Strahlen noch durch weite Zwischenräume

von einander getrennt, und es wird deswegen und wegen der in der Atmosphäre stets vorhandenen verschiedenen Strömungen, ein Theil der Strahlen Luftschichten von anderer Temperatur und Dichtigkeit zu passiren haben als ein anderer Theil. Dadurch werden nun die einen Strahlen anders gebrochen wie die anderen und es können somit Strahlen, welche bei überall hin gleichmäfsiger Beschaffenheit der Luft in unser Auge gedrungen wären, so von ihrer Richtung abgelenkt werden, dafs sie uns nicht mehr treffen. Andererseits wird es sich aber auch ereignen, dafs Strahlenbündel, welche uns unter gewöhnlichen Umständen keine Strahlen zusenden, durch eine spezielle Luftschicht eine solche Aenderung ihrer Richtung erfahren, dafs wir wenigstens einen Theil der Strahlen empfangen. Je nachdem nun die Menge der uns zugehenden Strahlen gröfser oder geringer ist, wird uns der Stern heller oder schwächer erscheinen, und weil bald Strahlen dieser Farbe, bald einer andern fehlen oder verstärkt sind, auch in wechselnder Farbe.

Die Montignyschen Beobachtungen gehen nun zunächst darauf hinaus, die Anzahl der Farben zu finden, welche ein Stern innerhalb einer bestimmten Zeit annimmt. Um dies zu bestimmen, bedient er sich eines von ihm erfundenen Instrumentes, des Scintillometers. Der Hauptbestandtheil desselben ist eine kreisförmige Glasscheibe mit ebenen Endflächen (C Fig. 1 und 2), die schief auf eine Umdrehungsaxe (T) gesteckt ist. An dem einen Ende dieser Axe ist eine Rolle (H Fig. 1 und 2) befestigt, um die ein Faden ohne Ende geschlungen ist; dieser Faden geht sodann über eine zweite Rolle, die durch ein Uhrwerk in Rotation versetzt werden kann (Uhrwerk und zweite Rolle befinden sich in D Fig. 2 eingeschlossen). Rotirt diese Rolle, so überträgt der Faden die Bewegung auf die Axe, welche die Glasscheibe trägt. Dicht neben der auf dieser Axe befestigten Rolle ist ein Getriebe (I Fig. 1 und 2) angebracht und in dieses Getriebe greift ein Zahnrad ein (dasselbe ist in der Figur fortgelassen). Das Getriebe besitzt 6 Zähne, das Rad 60; hat also die Axe, welche die Glasscheibe trägt, 10 Umdrehungen gemacht, so hat das Rad eine Umdrehung vollendet. Die Axe dieses Rades trägt einen Zeiger, der sich über ein Zifferblatt bewegt, und man kann somit an diesem die Zahl der ganzen Umdrehungen und Theile einer solchen ablesen, welche das Rad in einer gegebenen Zeit gemacht hat; durch die Multiplikation mit 10 erhält man die Zahl der Umdrehungen der Glasscheibe für dieselbe Zeit. Der soeben skizzirte Apparat wird nun mit einem Fernrohr so in Verbindung gebracht, dafs die die Glasscheibe tragende Axe parallel zur optischen Axe des Fernrohrs liegt und in einer nur

geringen Entfernung von ihr (Fig. 2). Die Glasscheibe kommt dabei zwischen Ocular und Objektiv des Fernrohrs und in der Nähe des Oculars zu liegen und die vom Objektiv kommenden Strahlen müssen dieselbe passiren, ehe sie ins Ocular und das Auge des Beobachters dringen. Wegen der schiefen Lage der Glasscheibe aber werden die Strahlen von ihrer Richtung abgelenkt und vereinigen sich etwa in m Fig. 1. Da der abgelenkte Strahl in einer Ebene liegt, welche durch seine ursprüngliche Richtung und eine Normale zu den ebenen Endflächen der Glasscheibe geht, so mufs, wenn die Glasscheibe sich dreht, die Normale also eine Kegelfläche beschreibt, der Vereinigungspunkt der Strahlen seine Lage ändern, und es ist klar, dafs das Bild des Sternes jedesmal einen Kreis beschreiben mufs, wenn das Glas eine Umdrehung vollführt. Die Bilder des Sterns legen sich auf dem Umfange dieses Kreises nebeneinander; ist dabei die Rotationsgeschwindigkeit der Glasscheibe hinreichend grofs, so sieht man dieselben gleichzeitig, d. h. man sieht einen leuchtenden Kreis, den Montigny die Sternspur nennt. Diese Spur setzt sich für einen Stern in genügender Entfernung vom Zenith aus farbigen Bogen zusammen; die Farbe jedes Bogens ist diejenige, welche der Stern innerhalb der kurzen Zeit, dafs dieser Bogen beschrieben wird, annimmt. In der Ebene, welche die Sternspur enthält, ist ein Mikrometer angebracht, bestehend aus drei festen und in der optischen Axe des Fernrohrs sich schneidenden Fäden (Fig. 3); es entstehen so vier gleiche Kreissektoren, und zwar ist der Winkelabstand der Fäden so gewählt, dafs jeder Sektor gleich dem sechzehnten Theile der Kreisfläche ist. Läfst man den Mittelpunkt der Sternspur mit dem Durchschnittspunkte der Fäden zusammenfallen und sieht zu, wie viele farbige Bogen zwischen zweien der jene vier gleichen Sektoren einschliefsenden Fäden liegen, so kann das 16fache dieser Zahl mit genügender Näherung als die Zahl der auf dem ganzen Kreise auftretenden farbigen Bogen betrachtet werden, oder auch als die Zahl der Farbenänderungen, welche der Stern erleidet, während die Glasscheibe eine Umdrehung macht. Ist nun die Umdrehungszeit beispielsweise eine Viertelsekunde, so würden wir durch die Multiplikation mit 4 die Zahl der in einer Sekunde stattfindenden Farbenänderungen des Sternes erhalten. Dieses Endprodukt betrachtet Montigny als das Mafs der Intensität des Funkelns des beobachteten Sterns und zwar in der Höhe, in welcher er beobachtet ist. Die Intensität ändert sich aber sehr mit der Höhe des Sterns, und es ist deshalb für das Studium ihrer Abhängigkeit von anderen Einflüssen zunächst nothwendig, aus einer beobachteten Intensität durch

Fig. 1

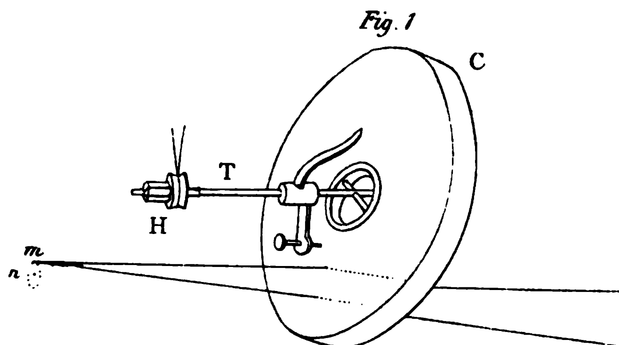


Fig. 2.

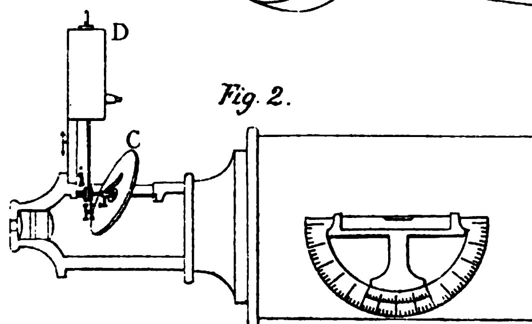


Fig. 3.

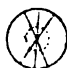


Fig. 4.

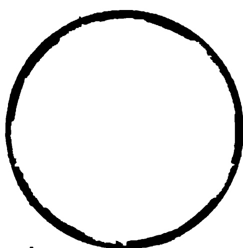
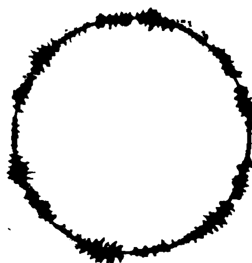


Fig. 5



Rechnung diejenige abzuleiten, welche man beobachtet haben würde, wenn der Stern in einer fest gewählten Höhe beobachtet worden wäre; als solche wählt Montigny die Höhe von 40 Grad. Nun lautet ein von Herrn Dufour aus Beobachtungen mit blofsem Auge abgeleitetes Gesetz: „Nimmt man die Gegend in der Nähe des Horizontes aus, so ist im übrigen die Intensität des Funkelns proportional dem Produkt aus der Dicke der Luftschicht, welche der Lichtstrahl durchläuft, in die astronomische Refraktion, welche der Zenithdistanz des Sternes entspricht." Hierbei ist die Höhe der Atmosphäre gleich $^1/_{80}$ des Erdradius angenommen. Das genannte Gesetz wird, wie Prof. Montigny bemerkt, durch seine Beobachtungen mit dem Scintillometer bestätigt; doch scheint es, dafs die Beläge hierfür nicht veröffentlicht worden sind. Auf Grund des Dufourschen Gesetzes berechnete Montigny eine Tafel, aus der man für eine bestimmte Höhe des Sternes den Coeffizienten entnehmen kann, mit dem die beobachtete Intensität multiplizirt werden mufs, um sie auf die der Höhe 40° entsprechende zu reduziren. Für die Höhe 26° beispielsweise ist der Coeffizient gleich 0.75, für die Höhe 35° gleich 1.38. Die auf die Höhe 40° reduzirte Intensität legt nun Montigny seinen weiteren Betrachtungen zu Grunde. Zu bemerken ist noch, dafs seine Beobachtungen im allgemeinen zwischen 48 und 68 Grad Zenithdistanz angestellt worden sind. — Aufser der Bestimmung der Anzahl der farbigen Bogen, welche die Sternspur bilden, ist auch noch die Beobachtung der Farben selbst, sowie die der Beschaffenheit der Sternspur von Wichtigkeit. In Bezug auf den letztgenannten Umstand unterscheidet Montigny 6 Fälle, und zwar 1) die Sternspur ist regelmäfsig, d. h. schmal und an den Rändern scharf begrenzt (Fig. 4); 2) sie ist ziemlich regelmäfsig, d. h. die Spur ist merklich breiter geworden, gleichzeitig hat die Begrenzung der Ränder an Schärfe abgenommen; 3) die Spur ist unregelmäfsig, d. h. sie ist breit und aufserdem an mehreren Stellen wellig, hat also die Kreisform verloren; 4) die Spur ist sehr breit und ganz verwaschen; 5) sie ist fransig (Fig. 5); 6) die Spur ist punktirt, d. h. sie enthält eine Menge von hell leuchtenden Stellen von geringerem oder gröfserem Umfange; in letzterem Falle wendet Montigny auch wohl die Bezeichnung perlschnurförmig an. — Bezüglich des Wechselns der Breite der Sternspur ist hier zu bemerken, dafs helle Sterne stets breitere Spuren geben als schwächere; es ist somit nothwendig, auf die Gröfsenklasse der Sterne Rücksicht zu nehmen.

Nach der Erklärung, welche wir vom Funkeln gegeben haben, und mit Berücksichtigung dessen, was uns die Spektralanalyse über

das von den Sternen gesandte Licht lehrt, mufs man erwarten, dafs die Intensität des Funkelns nicht für alle Sterne dieselbe ist. Zufolge der spektralanalytischen Untersuchungen hat man nämlich drei Hauptklassen von Sternen zu unterscheiden und zwar enthält, wenn wir von Spezialitäten und Unterabtheilungen absehen, das Spektrum der Sterne erster Klasse nur vier dunkle, dem Wassertoffe entsprechende Linien, das der Sterne zweiter Klasse aufserdem eine grofse Menge anderer, verschiedenen Metallen entsprechenden Linien; endlich kommt in dem Spektrum der Sterne der dritten Klasse aufser den Linien eine beträchtliche Zahl von dunklen Banden vor. Da nun die Erscheinung des Funkelns unter anderem davon herrührt, dafs von den Strahlen, welche uns ein Stern zusendet, bald diese bald jene so von ihrer Richtung abgelenkt werden, dafs sie uns nicht mehr treffen, so ist es klar, dafs wenn in dem Spektrum eines Sterns gewisse Strahlen überhaupt fehlen, die Anzahl der dem Auftreten des Funkelns günstigen Fälle vermindert wird. Die Intensität des Funkelns mufs also für die erste Klasse gröfser als für die zweite und für die zweite Klasse wieder gröfser als für die dritte sein. Das ist durch die Betrachtungen Montignys in der That bestätigt worden: aus 25171 Beobachtungen von 62 Sternen der ersten Klasse, 42 der zweiten und 16 der dritten Klasse findet er die Mittelwerthe der Intensität bez. gleich 87, 79, 59.

Vergleicht man die an verschiedenen Abenden jedesmal durch eine Anzahl von Sternen bestimmten Intensitäten untereinander, so zeigen dieselben eine deutliche Abhängigkeit von der Temperatur und dem Druck der Luft, von ihrem Feuchtigkeitsgehalt und von auftretenden magnetischen Störungen.

Die Intensität des Funkelns wächst, wenn die Temperatur abnimmt, wie dies aus den folgenden Zahlen ersichtlich ist. Indem alle von 1870—78 angestellten und einer trockenen Periode angehörigen Beobachtungen nach der Temperatur geordnet wurden, ergaben sich die folgenden Mittelwerthe der Intensität:

Grenzen der Temperatur	Mittlere Temperatur	Beobachtete Intensität	Berechnete Intensität Formel I	Berechnete Intensität Formel II	Beobachtung-Rechnung I	Beobachtung-Rechnung II
25° bis 20°	+21°.3	39	34	39	+5	0
20 „ 15	+17 .5	44	43	44	+1	0
15 „ 10	+11 .3	55	58	55	—3	0
10 „ 5	+ 7 .0	60	68	64	—8	—4
5 „ 0	+ 3 .1	75	77	74	—2	+1
0 „ — 5	— 4 .0	99	93	94	+6	+5
—5 „ —10	— 7 .7	103	102	106	+1	—3

Hierbei ist zu bemerken, dafs Montigny eine Beobachtung als einer trockenen Periode angehörig betrachtet, wenn weder am Tage der Beobachtung selbst noch an einem der zwei folgenden Tage Regen fällt. Ein Versuch, die obigen Werthe durch eine Formel auszugleichen, führte mich zu folgenden Resultaten:

$$\text{I)}\ J = 34.3 + 2.34\ (21^{0}.3 - t)$$

$$\text{II)}\ J = 38.7 + 1.21\ (21^{0}.3 - t) + 0.039\ (21^{0}.3 - t)^2$$

Hier bedeutet J die bei trockener Witterung der Temperatur t entsprechende Intensität des Funkelns. Die aus diesen Formeln berechneten Werthe von J sind neben den beobachteten Werthen angegeben; wie man sieht, schliefst sich die Formel II in sehr befriedigender Weise den Beobachtungen an.

In einer späteren Note fafst Montigny seine Beobachtungen von 1870 bis 1883 nach den Monaten zusammen, und findet, indem dabei trockene und feuchte Witterung unterschieden wird:

Monat.	Intensität des Funkelns bei Trockener Witterung.	Unbestimmter Witterung.	Feuchter Witterung.
Januar . . .	76	93	113
Februar . .	77	91	122
März. . . .	59	78	109
April . . .	64	74	81
Mai	52	68	76
Juni. . . .	41	59	68
Juli	42	59	70
August . . .	46	61	76
September. .	53	70	78
Oktober . .	59	72	81
November . .	73	80	94
Dezember . .	78	89	109

Die Mittel der den Beobachtungszeiten entsprechenden Temperaturen finden sich hierbei nicht angegeben, doch erkennt man sogleich, dafs das Funkeln in den kalten Monaten sehr viel intensiver ist, als in den warmen.

Der Einflufs des Druckes der Luft ist namentlich beim Auftreten von Depressionen auffällig; sind diese tief und ist das Sturmcentrum nahe, so kann die Intensität ausnahmsweise grofse Werthe erreichen. Der gröfste von Montigny beobachtete Werth ist 244; derselbe wurde am 8. Dezember 1886 zwischen 5 und 8 Uhr Abends bei Gelegenheit des damals mit aufserordentlicher Heftigkeit wüthenden Sturmes er-

halten. Bemerkenswerth ist hierbei, dafs schon am Abend des 7. Dezember das Scintillometer das Nahen des Sturmes verrieth, indem die Intensität des Funkelns den ausnahmsweise hohen Werth 154 erreichte, — während das Barometer erst mehrere Stunden später merklich zu fallen begann. Das genannte Beispiel ist nun nicht der einzige Fall, wo ein Steigen der Intensität mit einem Sturme zusammenfiel. Eine Durchsicht der von 1870—87 gesammelten Beobachtungen ergab, dafs diese in 283 Fällen, wo die Intensität den Werth 120 überstiegen hatte, mit einer mehr oder minder tiefen Depression zusammengefallen waren, ohne dafs gleichzeitig eine ebenfalls das Funkeln verstärkende magnetische Störung stattgefunden hatte. Diese Beobachtungen sind von Montigny nach der Intensität des Funkelns geordnet und dann in 7 Gruppen getheilt worden. Für jede Gruppe wurde der mittlere Luftdruck im Sturmcentrum um 8 Uhr Morgens des Beobachtungstages und des folgenden Tages, ebenso die mittlere Entfernung des Sturmcentrums von Brüssel für dieselben Zeiten und endlich die relative Häufigkeit des Vorkommens der punktirten (oder perlschnurförmigen) Sternspur abgeleitet. Letztere Zahl giebt das Verhältnifs der Abende, wo diese punktirte Sternspur beobachtet wurde, zu der Gesamtzahl der einer Gruppe angehörigen Abende. Auf diese Art ist das folgende Täfelchen entstanden:

Zahl der Stürme	Grenzen der Intensitäten des Funkelns	Mittlere Intensität	Relative Häufigkeit der punktirten Sternspur	Mittlerer Barometerstand		Mittlere Entfernung des Sturmcentrums	
				am Morgen des Beobachtungstages mm	am Morgen des folgenden Tages mm	am Morgen des Beobachtungstages km	am Morgen des folgenden Tages km
18	244—180	197	0.94	734	735	890	1027
18	180—170	176	0.70	739	741	1125	1150
26	170—160	165	0.66	743	744	970	1125
35	160—150	154	0.64	744	746	1100	1225
39	150—140	146	0.50	742	743	1200	1075
58	140—130	135	0.41	745	746	1074	1080
89	130—120	126	0.43	745	744	1018	1175

Aus diesen Zahlen dürfte immerhin hervorgehen, dafs die Depressionen die Intensität des Funkelns vermehren; sie erlauben aber keineswegs den Schlufs, welchen Montigny aus ihnen gezogen hat, dafs nämlich die Intensität des Funkelns regelmäfsig mit der Tiefe der Depression abnehme; als Tiefe der Depression bezeichnet Montigny dabei den Unterschied des im Sturmcentrum herrschenden Luftdruckes

von 760 mm. Indem Montigny weiterhin die so definirte Tiefe der Depression als Mafs der Bedeutung des Sturmes auffafst, stellt er dann auf Grund des vorigen Täfelchens die beiden Sätze auf: 1) Unter dem Einflufs der Stürme ist die Intensität des Funkelns um so gröfser, je heftiger sie sind. 2) In demselben Mafse wächst die relative Häufigkeit des Vorkommens der punktirten (oder perlschnurförmigen) Sternspur. — Man wird wohl der Ansicht beipflichten, dafs für die Beantwortung der berührten Fragen die von Montigny gewählte Behandlungsweise seiner Beobachtungen nicht sehr zweckentsprechend ist. Für die Untersuchung der Abhängigkeit der Intensität des Funkelns von der Heftigkeit des Sturmes beispielsweise ist es naturgemäfs, letztere auch als Eintheilungsgrund zu wählen und dann die Beobachtungen in passender Weise in Gruppen zu vereinigen. Ordnet man von vornherein nach der Intensität des Funkelns und schliefst dabei alle solche Werthe aus, welche unterhalb eines bestimmten Werthes (hier 120) liegen, so ist es unmöglich, zu einem richtigen Bilde zu gelangen. Es sei hier bemerkt, dafs schon bei der ersten Gruppe von Stürmen der im Sturmcentrum stattgefundene Luftdruck zwischen 704 mm und 756 mm variirt. Ferner ist bekannt, dafs der Unterschied des im Sturmcentrum herrschenden Luftdruckes von 760 mm noch nicht das Mafs der Stärke des Sturmes bildet. — Die Erscheinung, dafs zur Zeit der Stürme das Funkeln intensiver ist, läfst sich mit Hülfe des früher über das Zustandekommen des Funkelns Gesagten leicht erklären. Herrscht an einer Stelle ein niedriger Luftdruck, so sucht die umgebende Luft von allen Richtungen her auf diese Stelle hinzustürzen, um die Druckdifferenz auszugleichen, und zwar mit um so gröfserer Heftigkeit, je gröfser die Druckdifferenz ist; wir haben dann naturgemäfs eine mit der Stärke der Aufregung der Atmosphäre wachsende Zahl von sich schnell austauschenden Luftschichten verschiedener Dichtigkeit und Temperatur und somit eine gröfsere Zahl von dem Auftreten des Funkelns günstigen Bedingungen. Aufserdem sind auch die Depressionen vielfach von Niederschlägen und elektrischen Erscheinungen begleitet und wir werden gleich sehen, dafs diese ebenfalls das Funkeln sehr verstärken.

Nach den Beobachtungen Montignys wächst die Intensität des Funkelns, wenn der Regen herannaht und ist namentlich stark inmitten einer regnerischen Zeit. Den Einflufs des Regens auf die Intensität des Funkelns erkennt man deutlich aus der oben angeführten Tafel, welche die in den einzelnen Monaten bei trockener und feuchter Witterung stattfindenden mittleren Intensitäten giebt. Die Einwirkung

von trockener und feuchter Witterung auf das Funkeln der Sterne äufsert sich nun noch in einer anderen bemerkenswerthen Weise und zwar hinsichtlich der farbigen Bogen, welche in der Sternspur auftreten. Beim Herannahen des Regens übertreffen nämlich die blauen Bogen an Anzahl und Intensität die andersgefärbten und zwar ist dieses Ueberwiegen der blauen Farbe um so stärker, je mehr die Atmosphäre mit Wasserdampf gesättigt ist und je mehr Regen nachfolgt. Montigny unterscheidet bei der Schätzung des Ueberschusses der blauen Farbe in der Sternspur vier Stufen: sehr schwach, schwach, ziemlich stark, stark. Das folgende aus 456 Beobachtungsabenden abgeleitete Täfelchen zeigt nun deutlich die vorhin angeführte Bedeutung des wachsenden Vorherrschens des Blau. — In der Columne: Regenhöhe ist die Höhe des an den zwei dem Beobachtungsabende folgenden Tagen gesammelten Regens angegeben.

Ueberschufs des Blau	Intensität des Funkelns	Regenhöhe mm	Relative Feuchtigkeit der Luft um 9 Uhr Abends des Beobachtungstages	Procentsatz der Sterne mit Ueberschufs des Blau	Zahl der Beobachtungen
Sehr schwach	103	5.5	79	30 %	237
Schwach . .	117	7.1	83	38	109
Zieml. stark	126	8.6	82	47	43
Stark. . . .	129	11.4	86	58	67

Hierbei ist ein Abend, an dem ein Ueberschufs des Blau beobachtet wurde, nur dann zugezogen worden, wenn gleichzeitig am Tage der Beobachtung oder an einem der zwei folgenden Tage in Brüssel Regen fiel. 114 Abende, an denen zwar das Vorwiegen der blauen Farbe bemerkt worden war (sehr schwach an 83, schwach an 23, ziemlich stark an 3 und stark an 5 Abenden), die aber für Brüssel nicht mit Regen zusammenfielen, sind ausgeschlossen worden. Montigny bemerkt, dafs wenn es ausnahmsweise (die Ausnahmen sind aber nach vorstehendem nicht selten!) nicht in Brüssel geregnet habe, trotzdem dafs ein Ueberschufs des Blau beobachtet wurde, beinahe immer an einer der Stationen Maeseyk, Furnes oder Arlon Regen gefallen wäre. Maeseyk liegt ost-nord-östlich von Brüssel in einer Entfernung von 105 km, Furnes west-nord-westlich in einer Entfernung von 122 km, Arlon südöstlich in einer Entfernung von 167 km. — Mufs nach obiger Tafel die Bedeutung des Vorwiegens des Blau in der Sternspur für die Wetterprognose zugestanden werden, so ist es doch einleuchtend, dafs die Vorstellung über dieselbe eine irrige wird, wenn, wie es von

Montigny geschehen ist, die 114 erwähnten Beobachtungen ausgeschlossen werden.

Um das Vorherrschen der blauen Farbe beim Herannahen des Regens und beim Eintritt desselben zu erklären, stützt sich **Montigny** auf die schönen Untersuchungen von Prof. **Spring** über die Farbe des Wassers im flüssigen und festen Zustande. Reines Wasser in Röhren von 4 m Länge gegossen, sagt **Spring**, hat eine so reine blaue Farbe, dafs nur das schönste Himmelsblau mit ihr verglichen werden kann; die blaue Farbe bleibt auch noch, wenn das Wasser gefriert. Ob auch der Wasserdampf in hinreichend dicken Schichten blau ist, mufs noch durch Versuche bestimmt werden, doch leitet uns die Analogie dahin es anzunehmen. Zur Stütze dieser Ansicht führt **Montigny** unter anderem an, dafs im Sommer nach einem warmen Gewitterregen, wenn also die unteren Luftschichten stark mit Wasserdampf gesättigt sein müssen, weit entfernte Berge eine bläuliche Farbe annehmen.

Während das Vorherrschen des Blau in der Sternspur ein Kennzeichen für das Eintreten der feuchten Witterung angiebt, entspricht das Vorwiegen des Violett, hauptsächlich aber das des Grün der trockenen Witterung. Sehr lehrreich ist in dieser Beziehung das folgende aus den Beobachtungen 1881—1884 (meteorologisch) abgeleitete Täfelchen:

Jahr	Relative Häufigkeit (auf 1000 beobachtete Farben)		Regenhöhe
	des Grün.	des Violett.	mm
1881	10	0.4	889
1882	9	0.7	785
1883	17	2.0	731
1884	59	4.0	620

Dieselben Beobachtungen ergaben, nach den Monaten geordnet, für die relative Häufigkeit des Vorkommens der grünen Farbe unter 1000 beobachteten Farben:

Januar . .	3	April . . .	23	Juli	32	October . .	23
Februar .	10	Mai	27	August . .	29	November	23
März . . .	14	Juni	36	September	26	December	2

Wie man hieraus ersieht, tritt gerade in den heifsen und trockenen Monaten Juni, Juli und August die grüne Farbe am häufigsten auf. — Es wäre von Interesse die Zahl der den einzelnen Monaten entsprechenden trockenen Tage, die Regenmengen u. s. w. zu kennen; darüber ist aber leider nichts angegeben worden.

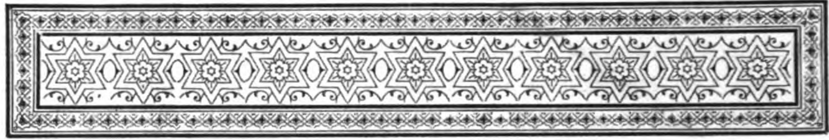
Es ist hier der Ort daran zu erinnern, dafs die Beschaffenheit des Spectrums eines Sternes nicht nur auf die Intensität des Funkelns, sondern auch auf die Farben einwirken mufs, welche in der Sternspur auftreten. Die Sterne der dritten Klasse, in deren Spectrum Blau und Violett nur schwach auftreten und die uns orangefarbig oder roth erscheinen, werden auch bei feuchter Witterung nur einen geringen Ueberschufs des Blau geben können, während in der Spur solcher Sterne, in deren Spectrum die blauen und violetten Strahlen besonders lebhaft sind, das Blau allezeit einen vorwiegenden Eindruck ausüben mufs. Nach den Beobachtungen Montignys ist zur Zeit feuchter Witterung das Vorwiegen des Blau bei gelben und namentlich bei weifsen Sternen weit deutlicher ausgeprägt als bei orangefarbigen und rothen; in der Spur bläulicher Sterne ferner, nimmt dann die Zahl der blauen Bogen noch mehr zu und ihre Intensität wächst. Das Vorwiegen einer Farbe in der Sternspur hängt aber auch nicht selten von der Richtung ab, in der der Stern beobachtet ist. So hat Montigny häufig beobachtet, dafs, wenn eine Depression von Westen herkam, gerade nach dieser Richtung hin der Ueberschufs des Blau weit stärker sich ergab, als nach einer anderen, und ferner, dafs, wenn die Witterung in Brüssel schön, aber in Frankreich regnerisch war, das Vorherrschen der blauen Farbe sich gerade hauptsächlich nach Süden hin zeigte. — Die vorigen Bemerkungen erklären die Erscheinung dafs, falls eine Anzahl von Sternen in verschiedenen Himmelsgegenden beobachtet worden ist, manchmal ein Theil dieser Sterne einen Ueberschufs des Blau gibt, ein anderer nicht. Man erkennt aber aus der drittletzten Tafel, dafs der Procentsatz der Sterne, welche einen Ueberschufs des Blau geben, um so gröfser ist, je gröfser die in der Luft enthaltene Menge Wasserdampf und je reichlicher die nachfolgende Regenmenge ist. — Nachdem übrigens der Einflufs des Spectrums bez. der Farbe des Sternes auf die Intensität des Funkelns und die Farben, welche in der Sternspur auftreten, erkannt worden ist, dürfte es sich empfehlen bei der Diskussion der Beobachtungen auch hierauf Rücksicht zu nehmen; es läfst sich nicht leugnen, dafs, wenn Herr Montigny dies gethan hätte, Zahlen von gröfserer Bedeutung und Beweiskraft entstanden sein würden; voraussichtlich wäre man dann auch zu verschiedenen interessanten Nebenresultaten gekommen.

Die Bedeutung der blauen und grünen Farbe für die Wetterprognose, welche Montigny im Laufe seiner Beobachtungen kennen gelernt hatte, veranlafste ihn dazu im Juni 1883 der Kgl. belgischen Akademie eine Note vorzulesen, worin er mit Rücksicht auf das seit

Beginn des genannten Jahres immer seltener werdende Vorherrschen des Blau und das stärker auftretende Grün die Abnahme des Regens gegenüber den vorhergehenden regnerischen Jahren 1881 und 1882 in Aussicht stellte. Noch stärker traten die genannten Erscheinungen im Anfang des Jahres 1884 auf, und somit hielt sich Montigny berechtigt, bereits im April die Prognose zu stellen, dafs das Jahr 1884 sich durch grofse Trockenheit auszeichnen würde. Beide Prophezeihungen haben sich, wie bekannt, durchaus bestätigt.

(Schlufs folgt.)





Die Anfänge der meteorologischen Beobachtungen und Instrumente.

Von Dr. G. Hellmann,

Mitglied des kgl. meteorologischen Instituts in Berlin.

(Schlufs.)

In diesem Stadium der Entwickelung verlassen wir die Geschichte des Hygrometers und wenden uns zu den Anfängen des Thermometers, des drittältesten der meteorologischen Instrumente. Da wegen der aufserordentlichen Wichtigkeit desselben, sowohl für alle physikalisch-chemischen und biologisch-medicinischen Wissenschaften, wie für die Bedürfnisse des Alltagslebens, auch seine Entstehungs- und Entwickelungsgeschichte bekannter, als bei anderen Werkzeugen des Meteorologen ist, dürfen wir uns hier etwas kürzer fassen.

Die im Auslande bisher noch zu wenig bekannten Untersuchungen von Wohlwill in Hamburg und von Burckhardt in Basel haben die vielumstrittene Frage nach dem Erfinder des Thermometers wohl endgültig zu Gunsten Galileo Galileis entschieden. Schon im letzten Jahrzehnt des 16. Jahrhunderts demonstrirte derselbe zu Padua einen Apparat, welcher den Namen eines, freilich noch sehr unvollkommenen Thermoskopes verdient. Ein kleines Glasgefäfs mit einer etwa zwei Spannen langen, engen Röhre wird nach unten in ein grofses Gefäfs mit Wasser getaucht, nachdem man die Luft in ihm durch Erwärmen verdünnt hat. In Folge der durch die Abkühlung bewirkten Zusammenziehung der Luft steigt Wasser in die Röhre, dessen Fallen oder Steigen die Ab- oder Zunahme der Temperatur der Luft im Gefäfse zu erkennen giebt. Die erste Beschreibung dieses grundlegenden thermometrischen Versuches ist nur in einem Briefe überliefert worden, welchen der noch später zu nennende Freund Galileis, der Pater Benedetto Castelli, im Jahre 1603 an den Kardinal Cesarini schrieb; und aus dem Briefwechsel Galileis mit

einem anderen seiner Freunde, dem Venetianer Sagredo, wissen wir, dafs dieser jenes Thermometer im Jahre 1613 zu verschiedenen Beobachtungen gebrauchte.

Freilich kann das Galileische Instrument kaum ein Thermometer genannt werden; denn der Stand des Wassers in der Röhre war zugleich von der Temperatur und vom Luftdrucke abhängig, aber im Laufe der folgenden Jahrzehnte entwickelte sich aus demselben doch ein brauchbares Mefsinstrument, wenn auch — was manchen vielleicht Wunder nehmen mag — die Theorie und die



Galileo Galilei. (Nach Leoni, 1624.)

Konstruktion des Thermometers selbst bis heute nicht als abgeschlossen betrachtet werden kann. Leider hat sich noch nicht mit Sicherheit feststellen lassen, welche Stadien der Entwicklung das Thermoskop von jener einfachsten Gestalt bis zum sogenannten Florentiner Thermometer durchgemacht hat, ob Galilei an diesen Verbesserungen selbst betheiligt war oder ob dieses Verdienst anderen zugeschrieben werden mufs. Wenn bei der nunmehr erfolgenden Neuausgabe der Werke Galileis, welche Professor Favaro zu Padua im Auftrage der italienischen Regierung besorgt, alle Archive nach Manu-

skripten und Briefen des grofsen Meisters abermals gründlich durchstöbert werden, dürfte man vielleicht auch verloren geglaubte Urkunden wieder auffinden, welche manchen dunklen Punkt in der Geschichte des Thermometers aufzuhellen geeignet sind.

Gegenwärtig nimmt man an, dafs zuerst der französische Arzt Jean Rey ums Jahr 1631 den wichtigen Schritt gethan hat, das Galileische Thermoskop umzukehren, und anstatt der Ausdehnung der Luft die einer Flüssigkeit zu beobachten, während wieder dem Grofsherzog Ferdinand II von Toskana das Verdienst gebührt, diese Thermometerröhre, welche bei Rey noch offen war, unter Ausschlufs der Luft oben zu schliefsen und als Flüssigkeit nicht Wasser, welches beim Gefrieren die Röhre sprengt, sondern Weingeist zu wählen. Dieser ungeheuere Fortschritt mufs bereits vor 1641 gemacht worden sein, da in diesem Jahr der Grofsherzog sich solcher Thermometer zu mancherlei Beobachtungen schon bediente. Die folgenden Jahre brachten einige weitere Verbesserungen, die wesentlich den gemeinschaftlichen Arbeiten der Mitglieder der „Accademia del Cimento" zu verdanken sind.

Diese „Akademie des Versuches" war durch Leopold, den Bruder des regierenden Grofsherzogs Ferdinand II, mit einer kleinen Zahl Florentiner Gelehrten, zumeist Schülern des 1642 verstorbenen Galilei, im Jahre 1657 gegründet worden, um unter der Devise „Provando e Riprovando" die Naturerscheinungen auf experimentellem Wege zu ergründen. Es darf dies als die erste wirkliche Naturforscher-Akademie angesehen werden, welche trotz nur zehnjährigen Bestehens, aber getreu ihrem Wahlspruche, nicht blos unmittelbar die ersten grundlegenden Arbeiten auf dem Gebiete der Physik, insbesondere der Pneumatik, geliefert, sondern auch dadurch mittelbar nutzbringend gewirkt hat, dafs die experimentelle Methode der Forschung durch sie zur Geltung kam, und dafs in England und Frankreich ähnliche Akademien gegründet wurden, welche mit inzwischen veränderter Organisation noch heute fortbestehen (London 1659, Paris 1666).

Die Mitglieder der Accademia del Cimento führten ihre experimentellen Arbeiten gemeinschaftlich aus und legten den wichtigsten Theil der dabei erhaltenen Resultate in einer Art von Tagebuch schriftlich nieder, auf dessen Grundlage der Sekretär der Akademie — er nannte sich „Il Saggiato Segretario" —, Lorenzo Magalotti, im Jahre 1666 die berühmten „Saggi di naturali esperienze fatte nell'

Accademia del Cimento" herausgab, welche acht Auflagen erlebt haben und ins Lateinische und Englische übersetzt wurden.

In diesen „Saggi" findet sich die Beschreibung von vier verschiedenen Thermometern, welche die Akademiker gebraucht haben. Die in 50 Grade getheilten, welche später unter dem Namen „kleines Florentiner Thermometer" grofse Verbreitung fanden, dienten schon damals speziell zu meteorologischen Beobachtungen und sollen uns daher hier ausschliefslich beschäftigen.

Wie die nebenstehende Fig. 4 zeigt, waren es sogenannte Stabthermometer, d. h. solche, bei denen die Theilung auf dem die Kapillarröhre umschliefsenden Glasstabe selbst angebracht ist. Die Scale bestand aber nicht aus Strichen, welche mit dem Diamanten oder mit Flufssäure eingeschnitten wurden, sondern aus Glasknöpfchen von der Gröfse eines Stecknadelknopfes; jedes zehnte Knöpfchen war weifses Emailglas. Als thermometrische Flüssigkeit diente anfangs gefärbter Alkohol, wie noch heute bei vielen der gewöhnlichen Minimalthermometer, später aber ungefärbter, nachdem man die Erfahrung gemacht hatte, dafs der Farbstoff im Laufe der Zeit sich niederschlägt.

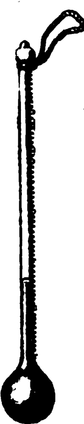


Fig. 4. **Kleines Florentiner Thermometer.**

Der wundeste Punkt dieses und der übrigen Florentiner Instrumente war die Festlegung der Scale, da die Akademiker nur einen Fixpunkt, den Eispunkt, kannten. Sie hatten nämlich wiederholt die Beobachtung gemacht, dafs das „kleine" Thermometer bei der Berührung mit Schnee oder Eis auf $13\frac{1}{2}^0$ fiel, und in freier Luft gewöhnlich 14^0 zeigte, wenn im Winter das Wasser am Boden gefror. Ein oberer Fixpunkt war ihnen aber unbekannt; denn die gleichfalls durch Beobachtungen festgestellte Thatsache, dafs das Thermometer im Sommer zu Florenz bis auf 34^0 im Schatten und 43^0 in der Sonne stieg, konnte doch nur einen ziemlich unsicheren Anhaltspunkt für die Theilung der Scale abgeben. Es scheint aber die Geschicklichkeit des Glasbläsers Giuseppe Moriani, welcher bis dahin Lampenmacher des Grofsherzogs gewesen war, über diesen Mangel in der Skalenbestimmung hinweggeholfen zu haben; denn die damals gefertigten Thermometer waren immerhin vergleichbare Instrumente. Den Beweis dafür lieferte Libri im Jahre 1829. Es hatte nämlich der Direktor des Galilei-Museums in Florenz, Vincenzio Antinori, nachdem jene alten Florentiner Thermometer ganz verloren gegangen zu sein schienen, eine gröfsere Anzahl derselben in einem Magazin unter alten Sachen zufällig wieder aufgefunden und dieselben dem bekannten Physiker Libri zur Vergleichung mit dem Centesimalthermometer

übergeben. Dieser fand den Eispunkt in der That bei $13^1/_2{}^0$ und ermittelte ferner, dafs das 50. Glasknöpfchen des kleinen Florentiner Thermometers dem 55.⁰ C entspricht. Auf Grund dieser Angaben konnte ich von dem Glasbläser des hiesigen Mechanikus R. Fuefs ein kleines Florentiner Thermometer, von denen nur noch in Florenz mehrere und in London ein einziges Exemplar vorhanden sind, möglichst getreu nachmachen lassen.

Da mit dem Thermometer in dieser Form die ersten meteorologischen Beobachtungen ausgeführt worden sind, dürfen wir seine Geschichte an dieser Stelle verlassen und zu derjenigen des nächstältesten meteorologischen Instrumentes übergehen. Es ist dies der Regenmesser.

Bisher verlegte man dessen Erfindung auf viel spätere Zeit und nahm als erste Regenmessungen diejenigen an, welche etwa ums Jahr 1670 zu Dijon auf Veranlassung Mariottes gemacht wurden. Ich habe indessen gefunden, dafs die erste Regenmessung bereits viel früher, nämlich im Sommer 1639, von Benedetto Castelli, dem bereits oben genannten Freunde Galileis, ausgeführt worden ist.

Castelli, welcher mit Recht als der Begründer der Hydrodynamik angesehen wird, erzählt den Hergang in einem von Rom, den 18. Juni 1639, datirten Briefe an Galilei folgendermafsen:

Bei einem vorübergehenden Aufenthalte in Perugia hört er von dem tiefen Wasserstande des Trasimenischen Sees; er geht hin und überzeugt sich, dafs das Wasser unterhalb der Ausflufsöffnung steht, welche man im 15. Jahrhundert dem abflufslosen See gegeben hatte. Nach Perugia zurückgekehrt, erlebt er einen mäfsig starken und ziemlich gleichmäfsigen Regen, welcher etwa 8 Stunden andauert. Da kommt ihm der Gedanke, zu untersuchen, wieviel durch diesen Regen der Spiegel des Sees gestiegen sein könne, wobei er als wahrscheinlich voraussetzt, dafs der Regen auch auf den See sich erstrecke und daselbst ebenso stark wie in Perugia sei. Zu dem Ende nimmt er ein cylindrisches Glasgefäfs, eine Spanne hoch und eine halbe breit, setzt es im Hofe aus und läfst den Regen eine Stunde lang hineinfallen, dann nimmt er das Gefäfs herein und mifst mit dem Maafsstabe die Höhe des Regenwassers, welche er im genannten Briefe nicht in Zahlen, sondern figürlich durch eine Linie von der Länge ——— angiebt . . . .

Dieser interessante Brief Castellis scheint bis jetzt den Fachleuten unbekannt geblieben zu sein, obwohl sein Inhalt bereits 1660 in der dritten Auflage von seinem bekannten Werke: „Della Misura

dell' Acque correnti" p. 49 ff. mitgetheilt worden ist. Jedenfalls ist er auf die Entwicklungsgeschichte des Regenmessers ohne jeden Einflufs geblieben.

Wer dieses Instrument zuerst zu fortlaufenden Beobachtungen benutzt hat, mufs vorerst unentschieden bleiben; es hat den Anschein, als ob dies in Frankreich und England zu gleicher Zeit geschehen sei. Mariotte spricht in seinem „Traité du mouvement des eaux", welcher zwischen den Jahren 1681 und 1684 geschrieben sein mufs, von einer vor 7 oder 8 Jahren zu Dijon gemachten Beobachtungsreihe, Hooke legte aber schon im Jahre 1670 der Royal Society den Plan zu einem selbstregistrirenden Regenmesser vor, während Richard Townley im Jahre 1678 zu Townley in Lancashire eine durch 15 Jahre fortgesetzte Reihe von Regenmessungen begann. Bei allen diesen Beobachtungen wurde das in einem quadratischen oder cylindrischen Auffanggefässe gesammelte Regenwasser dem Gewichte nach bestimmt, während die oben beschriebene erste Regenmessung durch Castelli gleich die Regenhöhe ergab.

Nunmehr bleibt uns noch übrig, die Anfänge des zuletzt erfundenen meteorologischen Instrumentes, des Barometers, zu beleuchten. Dieses hat stets als das wichtigste Werkzeug des Meteorologen gegolten, und es darf in der That nicht geleugnet werden, dafs erst nach seinem Auftreten die Beobachtungen eine gewisse Vollständigkeit und Abgeschlossenheit verrathen.

Dafs Evangelista Torricelli — der letzte Schüler Galileis, wie er sich mit Vorliebe nannte — das Barometer im Jahre 1643, ein Jahr nach dem Tode des grofsen Meisters, erfunden hat, dürfte kaum noch von irgend jemandem bestritten werden, soviele Ansprüche darauf auch früher von anderer Seite erhoben worden sind. Freilich hat es den Anschein, als ob Torricelli mehr durch glücklichen Zufall, als durch die Absicht, ein Instrument zur Bestimmung des Luftdruckes zu konstruiren, auf die Idee des barometrischen Experimentes gekommen ist, welches er seinem Freunde, dem Mathematiker Viviani, zuerst mittheilte. Er hat aber jedenfalls zuerst den guten Gedanken gehabt, in dem damals geführten Streit über die Existenz des luftleeren Raumes (Vacuum) und über die „Resistenza del vacuo" des Wassers, welches in senkrechten Röhren bis zu etwa 32 Fufs ansteigt, das spezifisch viel schwerere Quecksilber zu nehmen und so den luftleeren Raum schon in einer kaum 3 Fufs langen Röhre zu erhalten. Viviani führte das Experiment zuerst wirklich aus: er verschaffte sich eine etwa 2 Ellen lange Glasröhre, an deren eines Ende eine Glaskugel

geblasen wurde, während das andere offen blieb, darauf füllte er die ganze Röhre sammt der Kugel mit Quecksilber, schlofs dieselbe an dem offenen Ende mit dem Finger ab und stellte sie, mit dem geschlossenen Ende nach unten, in ein gröfseres Gefäfs mit Quecksilber. Als er nunmehr den Finger fortnahm, sah er das Quecksilber in der Röhre sinken, bis es etwa $1^1/_4$ Elle über dem Niveau des Quecksilbers im Gefäfse stand, und einen luftleeren Raum im oberen Theil der Röhre und der angeschmolzenen Kugel zurücklassen. Viviani versäumte nicht nach dem Gelingen dieses ersten Versuches



Evangelista Torricelli. (Nach Tomba.)

zu Torricelli zu eilen, welcher es sofort aussprach, dafs das Gewicht der Luft dem Quecksilber in der Röhre das Gleichgewicht halte, und der auf die Frage Vivianis, was geschähe, wenn das Experiment in einem ganz abgeschlossenen Zimmer, zu dem die Luft keinen Zutritt hat, wiederholt würde, sogleich die richtige Antwort gab, dafs alles beim nämlichen bliebe, da die Luft im Zimmer denselben Druck ausüben würde.

Torricelli, welcher den Versuch nunmehr mit allerlei Abänderungen und Zuthaten mehrfach wiederholte, wurde auch gar bald gewahr, dafs das Gewicht der Luft, ausgedrückt durch die Höhe der

Quecksilbersäule, fortwährenden kleinen Aenderungen unterliegt; ja, in einem an den Pater Ricci in Rom gerichteten Briefe vom Jahre 1644 spricht er schon davon „dafs sein Instrument dazu dienen könne, zu erkennen, wann die Luft leichter oder schwerer sei, dafs diese an der Oberfläche der Erde am schwersten sei und umso leichter werde, je mehr man sich auf die höchsten Spitzen der Berge erhebt." In diesen wenigen Worten liegen die wichtigsten Grundsätze für den Gebrauch des Barometers bereits deutlich ausgesprochen vor: die Bestimmung der Luftdruck-Aenderungen und die barometrische Höhenmessung.

Dagegen scheint Torricelli an der weiteren Ausbildung des Instrumentes keinen Antheil genommen zu haben; er war mit mathematischen Untersuchungen über die Cycloide zu sehr beschäftigt und starb auch schon im Jahre 1647.

Das von den Mitgliedern der Accademia del Cimento gebrauchte Barometer hatte die in Fig. 5 abgebildete Form und besafs nur eine willkürliche Skale. Erst Borelli scheint einen wirklichen Maafsstab für die Höhe der Quecksilbersäule gebraucht zu haben.

Somit waren um die Mitte des 17. Jahrhunderts die wichtigsten meteorologischen Instrumente erfunden.

Italien ist es, welches den Ruhm für sich in Anspruch nehmen darf, diese Werkzeuge hervorgebracht zu haben. Unbestritten darf es als das Vaterland der instrumentellen Meteorologie gelten, deren Wiege in Florenz stand.

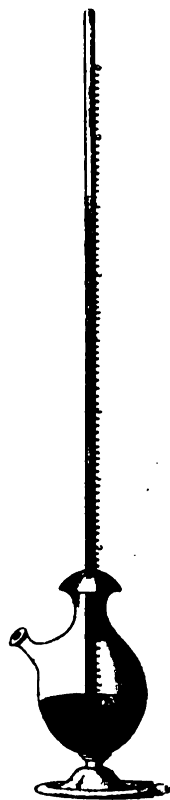


Fig. 5.
Barometer der Accademia del Cimento.

Der Grofsherzog Ferdinand II. war es wiederum, welcher den neu erfundenen Instrumenten eine ausgebreitete Anwendung zu meteorologischen Beobachtungen geben wollte und das erste Stationsnetz gründete. Durch seinen Hofgeistlichen, den Jesuitenpater Luigi Antinori, liefs er Instrumente an Ordensbrüder vertheilen, welche nach einer gemeinsamen Instruktion beobachteten und auf den gleichfalls von Florenz aus gelieferten Tabellen („formulae") ihre Aufzeichnungen regelmäfsig einsandten. Vom Jahre 1654 ab wurden solche Beobachtungen in Florenz, in Vallombrosa und Cutigliano auf dem Apennin bei Pistoja, in Bologna, Parma, Mailand, ja sogar auch

aufserhalb Italiens, in Innsbruck, Osnabrück und Warschau, angestellt. So wurde schon im Anfang aller Beobachtungen der Beweis geliefert, dafs die Meteorologie eine wahrhaft internationale Wissenschaft ist und nur durch einheitliches Zusammenwirken vieler auf dem ganzen Erdball zerstreuter Jünger wirklich gefördert werden kann.

Die in Florenz selbst geführten Tagebücher sind noch erhalten und in dankenswerther Weise durch den bereits oben genannten Direktor des Museo Galileiano, V. Antinori, im „Archivio meteorologico centrale italiano. I. Firenze 1858. gr. 8⁰" ausführlich veröffentlicht worden. Sie beginnen mit dem 15. Dezember 1654 und enden im März 1670. Anfänglich sind es nur Aufzeichnungen über den Stand zweier kleiner Florentiner Thermometer im Norden und im Süden eines Gebäudes und der allgemeinen Witterung unter der Aufschrift „tempus". Die Beobachtungen wurden vier bis sechs Mal am Tage zu unbestimmten Terminen gemacht, erst vom vierten Jahrgange ab bleiben die Stunden wenigstens während eines Monats dieselben, und vom Jahre 1658 ab treten fünf Termine auf.

Die eben genannte Publikation giebt auch die Bruchstücke einiger anderer Beobachtungsreihen wieder, welche wahrscheinlich vom Grofsherzog Ferdinand in Pisa und von seinem Bruder Leopold in Florenz begonnen wurden. Sie umfassen aufser den Angaben „Calore" und „Tempo" auch solche über das „Vacuo" oder „Argento vivo" (d. h. Barometer), den „Vento" und die „Aria", in welcher Rubrik sich Feuchtigkeitsbestimmungen befinden. Nicht unerwähnt mag bleiben, dafs die Bezeichnung der Windrichtung auch schon durch entsprechende Windpfeile erfolgte, fast genau in derselben Weise, deren sich das moderne „Nederlandsch Meteorologisch Jaarboek" seit Jahren bedient. Ich lasse eine Probe des zu Florenz geführten Wetterjournals hier folgen:

Diario delle mutazioni del Tempo. Novembre 1657.

Giorni	Ore	Calore Gr.	Vacuo Gr.	Vento	Aria	Tempo
Lunedi 26	5	$22\frac{1}{2}$	tocca 14	Scirocco	Molle	Piovoso
Martedi	15	$22\frac{1}{2}$	piglia 14	Scirocco	Molle	Piovoso
	22	$22\frac{1}{2}$	tocca 15	Scirocco	Molle	Piovoso
	3	$22\frac{3}{5}$	piglia 16	Scirocco	Molle	Piovoso
27	8	$22\frac{3}{5}$	tocca 17	Scirocco	Umida	Nuvoloso spezzato senza pioggia
Mercoledi	15	22	piglia 18	Scirocco	Umida	Chiaro con qualche nuvolo spezzato
28	$21\frac{1}{2}$	22	tocca 19	Scirocco	Umida	Come sopra
	5	22	tocca 20	Grecale	Umida	Più chiaro

Da die Skalen sämtlicher damals gebrauchten Instrumente willkürliche waren, können jene ersten Beobachtungen heute natürlich nur geringen absoluten Werth beanspruchen; doch hat Libri, nachdem er die Skale des kleinen Florentiner Thermometers in der oben erwähnten Weise festgelegt hatte, gerade aus dem Vergleich der Resultate der ältesten Thermometerablesungen mit denen der neueren Beobachtungsreihe die Thatsache ableiten wollen, dafs die mittlere Temperatur von Florenz in den letzten zwei Jahrhunderten sich nicht geändert hat. In ähnlicher Weise konnte Paul de la Cour aus den eingangs genannten Witterungsaufzeichnungen Tycho Brahes den Schlufs ziehen, dafs vor drei Jahrhunderten in Kopenhagen und Umgebung*) das Klima von dem heutigen nicht merklich verschieden gewesen sein könne. Jene ältesten Beobachtungen haben also doch mehr als blofsen historischen Werth.

---

*) Brahes Sternwarte lag auf der kleinen Insel Hven im Sunde, also nur $3^1/_2$ Meile nordnordöstlich von Kopenhagen.





Die Sächsische Schweiz und der Elbdurchbruch zwischen Tetschen und Pirna.

Von **Dr. Richard Beck** in Leipzig, mit Bildern von Olof Winkler in Dresden.

Die beiden Bilder, an welche die folgenden Zeilen anknüpfen sollen, werden manchem unserer geehrten Leser angenehme Erinnerungen an schöne Reisetage, an fröhliche, in herrlicher Natur verlebte Ferienzeit hervorzaubern; denn Tausende von Touristen, namentlich aus Norddeutschland, durchstreifen alljährlich das liebliche Bergland der Sächsischen Schweiz, dem diese beiden Landschaften entnommen sind. Wie keine andere Gegend fordert gerade dieses vielbesuchte Ausflugsgebiet den Wanderer zu einem tieferen Erfassen der Landschaftsformen heraus, denn auf Schritt und Tritt sieht er hier noch heute dieselben Kräfte bei der Arbeit, die im Laufe von Aeonen dieses herrliche Flufsthal mit seinen engen Seitenschluchten, diese steil abfallenden Tafelberge, diese hoch ragenden Felsenpfeiler geschaffen haben und immer von neuem umformen. Nirgends hat man einen besseren Einblick in die ausnagende und abtragende Thätigkeit des Wassers, in den Vorgang der Erosion und Denudation, als gerade hier. Es liegt dies an der Einfachheit, welche den Aufbau dieses Gebirges auszeichnet. Sie gestattet uns, leicht zu überblicken, welcher Art und wie grofs die gethane Zerstörungsarbeit jenes nimmer rastenden Elementes ist.

Das Gebirgsgebäude der Sächsischen Schweiz besteht im wesentlichen aus übereinander geschichteten Tafeln von Quadersandstein, der, wie die darin begrabenen Reste von Muscheln und Schnecken, von Seeigeln und Seesternen bezeugen, zur Kreidezeit in einem der Küste nahen Meerestheile entstand. Dafs das Festland vom Schauplatze



Erosionsformen des Quadersandsteines im Uttewalder Grund bei Wehlen.

seiner Bildung nicht weit entlegen war, sagen uns auch zuweilen der im Sandstein eingeschlossene Abdruck eines Coniferenzweigleins oder der zu Kohle umgewandelte Rest eines Stückes Treibholz, welche die Flüsse jener Zeit zugleich mit den ungeheuren Sandmassen dem Meere zugeführt haben. Immer neue Schichten von Sand lagerten sich auf die bereits am Grunde der See ruhenden ab, der beigemengte feine thonige oder kalkige Schlamm verkittete die einzelnen Körner, und der eigene Druck der immer schwerer werdenden Massen verstärkte die Festigkeit dieses Bindemittels. Der Absatz dieser Sandschichten kann kein gleichmäfsig schneller gewesen sein; oft müssen Zwischenzeiten eingetreten sein, in welchen nur wenig oder kein neues Material herbeigeführt wurde. Alsdann setzten sich jedesmal die zuletzt niedergefallenen Sandmassen fester in sich zusammen, was zur Entstehung von einzelnen unter einander durch horizontale Schichtfugen abgetheilten Bänken führte. Nur selten schieben sich zwischen diesen Sandsteinbänken der Sächsischen Schweiz in ganz bestimmten, dem Geologen wohlbekannten Niveaus anders beschaffene Gesteintafeln, sandige Kalksteine oder Mergel ein, welche nicht wohl im seichten Küstenmeere abgesetzt sein können, sondern zur Zeit ihrer Ablagerung ein periodisches Steigen des Meeresspiegels voraussetzen. Auch sieht man zuweilen, wie solche in einer tieferen See entstandene Bildungen auf Kosten der sie einschliefsenden Sandsteinbänke nach einer bestimmten Richtung hin anschwellen. Ja eine Sandsteinschicht kann ganz verschwinden und auf weite Entfernungen hin völlig durch Kalksteinbänke ersetzt werden. Diese Merkmale dienen uns zur Bestimmung der gegenseitigen Lage von Küste und offener See. In der eigentlichen Sächsischen Schweiz kommen jene Zwischenschichten wenig zur Geltung, hier herrschen fast allein die Sandsteine, deren Schichten stellenweise hier bis zu 300 m Höhe aufeinander gethürmt sind, ein Beweis dafür, dafs dieser Landstrich zur Kreidezeit sehr lange Flachsee war. Denn welche aufserordentlich grofsen Zeiträume sind erforderlich zur Anhäufung solcher Riesenmassen, selbst wenn wir annehmen, dafs ausgedehnte Flufssysteme dieselben herbeiführten, und dafs günstige Meeresströmungen den Sand auf einen verhältnifsmäfsig nur kleinen Raum vertheilten!

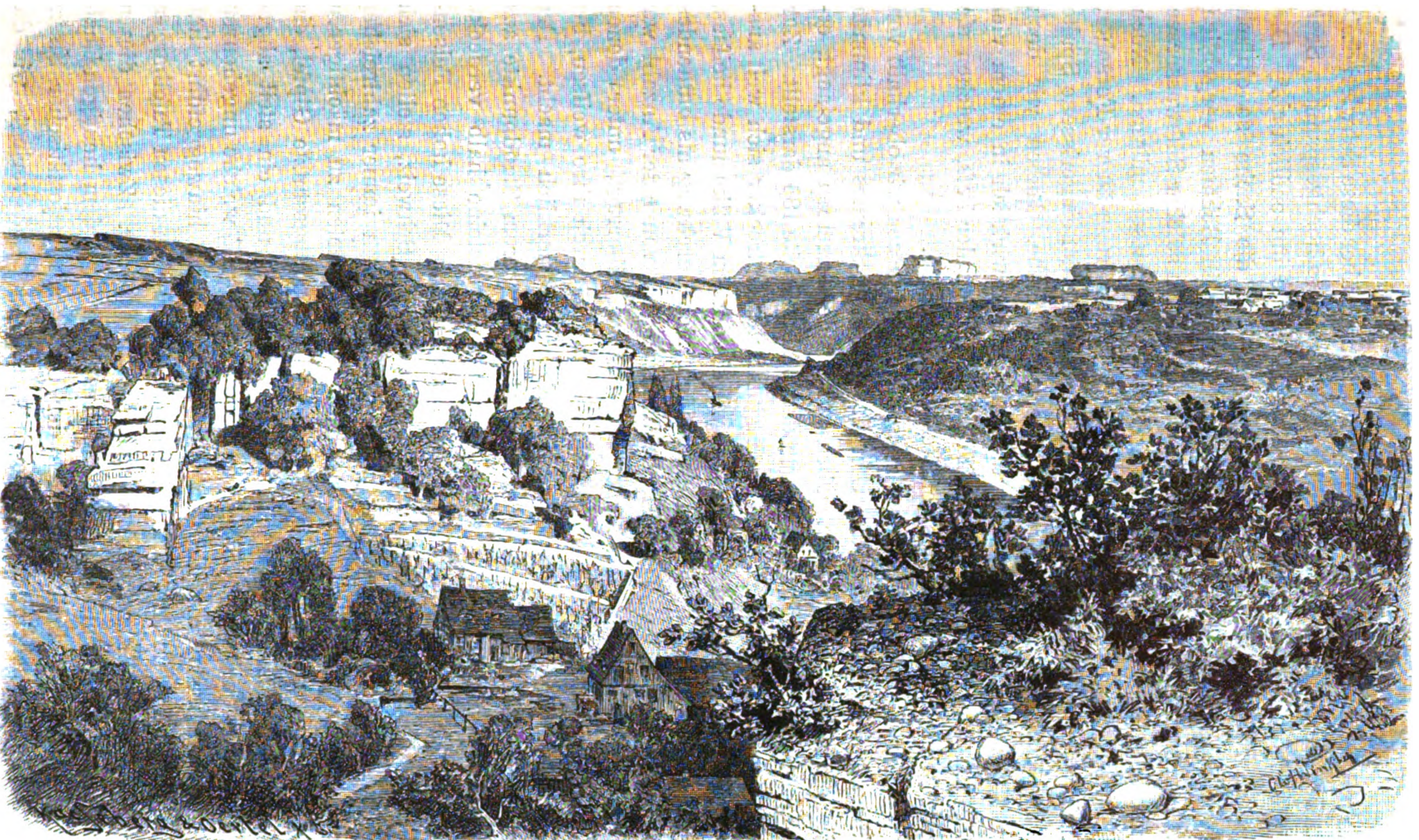
Die Schichten dieser Sandsteine besitzen nicht überall mehr die horizontale Lagerung, wie zur Zeit ihrer Entstehung. Vielmehr ist den Sandsteintafeln zwischen dem Erzgebirgskamm und dem Elblauf eine sanfte Neigung nach N. oder NO. eigen, während jenseits des Stromes völlig horizontale Lagerung oder eine ebenso schwache Nei-

gung nach der entgegengesetzten Richtung herrscht. Die Elbe hat also die Tiefenlinie einer wenn auch nur sehr flachen Mulde für ihren Lauf gewählt.

Sowohl nach Nordost zu, als auch nach Süden hin hat das Elbsandsteingebirge gewaltsame Unterbrechungen erlitten. Nach der Lausitzer Granitlandschaft hin wird es durch eine mächtige Bruchlinie abgeschnitten, die von Pillnitz über Dittersbach und Hohnstein bis über Hinterhermsdorf hinaus verläuft. Längs dieser im allgemeinen von Nordwest nach Südost verlaufenden Linie ist das Lausitzer Granitgebirge gegen den Quadersandstein gehoben, ja zum Theil sogar über diesen ein Stück hinweggeschoben worden. Zugleich wurden hierbei Partien der Juraformation mit emporgeprefst, deren Vorhandensein ohne diese Umwälzungen dem Geologen gänzlich verborgen geblieben wäre. Auch die Südgrenze der Sächsischen Schweiz wird durch ein System von nahe aneinander liegenden parallelen Bruchlinien gebildet, welche zusammengefafst als grofse Erzgebirgische Hauptverwerfung bekannt sind. Diese nordöstlich streichende Dislokation, welche sich im Nordosten ihres Verlaufes zum Theil auch als blofse jähe Umbiegung der Schichten, als Flexur, erweist, schneidet auch die Quadersandsteintafeln ab, welche der sanften nordwestlichen Abdachung des Erzgebirges auflagern. Erstaunt bemerkt der stromaufwärts fahrende Reisende, wenn er die Schäferwand bei Tetschen passirt, wie die Sandsteinschichten, die er von Pirna her immer nahezu horizontal an den steilen Thalwänden hinlaufen sah, plötzlich unter 20° nach Süden geneigt sind, um bald gänzlich unter den Basaltkegeln und Tufflagern des böhmischen Mittelgebirges zu verschwinden.

Wir können recht wohl begreifen, dafs die Natur mit solchen Mitteln nicht nur vorhandene Schluchten und Thäler erweitern und vertiefen, sondern auch ganz neue auf noch undurchfurchten Hochflächen anlegen kann. Die Klüfte, als bequeme Angriffspunkte für das zu einem Bach sich entwickelnde Rinnsal, bestimmen denn auch die Richtung der letzteren in ganz auffälliger Weise, besonders da, wo völlig horizontale Schichtenstellung herrscht.

Immer aber werden wir bei solcher Thalbildung zunächst die stillschweigende Voraussetzung machen, dafs ein Bach — oder Flufssystem sich bereits vorhandene Höhenunterschiede zu Nutze machen konnte. Wie aber sollen wir verstehen, dafs die Elbe, welche doch aus einer tieferen Gegend, aus der nordböhmischen Einsenkung herkommt, die als viel höheres Plateau ihrem Laufe sich entgegenstellende Sächsische Schweiz durchbrochen hat? „Nordböhmen ein See“ war



Das Elbthal und die Ebenheiten oberhalb Pirna, vom Burglehn aus gesehen.

das alte Schlagwort, mit welchem man sich lange über diese Schwierigkeit hinweg zu helfen versuchte. „Der Abflufs dieses hochgespannten Sees sägte sich immer tiefer sein Bett ein und zapfte ihn endlich ab.“ Die neuere Forschung hat indessen gezeigt, dafs die Sache so einfach denn doch nicht liegt. Zunächst suchen wir in Böhmen vergeblich nach zusammenhängenden Ablagerungen, die ein solcher Süfswassersee unbedingt in grofser Ausdehnung hätte zurücklassen müssen. Noch viel weniger genügt uns heute eine andere Erklärung älterer Forscher, nach welcher die Elbe eine bereits vorhandene tief eingerissene Spalte zum Durchschlüpfen benutzt und erweitert habe. Haben wir doch deutliche Beweise dafür, dafs die Elbe früher wirklich in einem viel höheren Niveau geflossen ist, und dafs wirklich der Pafs, welchen sie jetzt benutzt, von ihr selbst erst eingesägt wurde.

Um diese Beweise selbst zu schauen, verlassen wir oberhalb von Pirna beim Dorfe Posta das Ufer des heutigen Stromes und klimmen die steile Thalwand empor. Oben am Rande derselben angelangt, erblicken wir die Landschaft, welche das Bild auf Seite 185 darstellt. Zur Rechten und zur Linken des engen Flufsthales erstrecken sich weit ausgedehnte Hochflächen, Ebenheiten, wie sie dort im Volksmunde heifsen, die, besetzt mit zahlreichen Dorfschaften, sich durchweg als blühendes Ackerland erweisen. Diese Hochebenen werden von einer Anzahl wie ruinenartig aussehender steiler Felsenkegel überragt, unter denen sich besonders die kleine Bergfeste Königstein durch ihre weifsen, bei Sonnenschein weithin erglänzenden Zinnen bemerklich macht. Der gewaltige 411 m hohe Lilienstein wird von unserem Standpunkte aus durch die näheren, aber weit niedrigeren Bärensteine halb verdeckt, während Pabststein und Pfaffenstein frei aufragen. Diese hohen Felsenberge, die sogenannten Steine der Sächsischen Schweiz, stellen sich elbaufwärts auf den Plateaus zu beiden Thalseiten immer zahlreicher ein, schaaren sich zu ganzen Gruppen oder treten zu mächtigeren Massiven zusammen. Allen ist der tafelförmig abgestutzte Gipfel, ein fast oder gänzlich senkrechtes oberes Gehänge und ein steil abgeböschter Sockel eigen. Sie geben uns einen Begriff, welche ungeheuren Sandsteinmassen die Erosion hier zerstört und hinweggeführt hat. Wir brauchen uns nur die Zwischenräume zwischen diesen Tafelbergen wieder ausgefüllt zu denken, wie es ehedem war. Zwischen diesen Felsenriesen hindurch auf den Plateaus hoch über dem heutigen Thalgrund flofs einstmals die Elbe der Urzeit als majestätischer Strom dahin. Wahrscheinlich hat derselbe sein Bett oft verlegt, wie die grofse Breite seiner Ablagerung andeutet. Ohne diese Stromablage-

rungen wären die Sandsteinhochflächen ärmliches Heideland. So aber ist der Sandstein hier oben bedeckt mit einer zum Theil mehrere Meter mächtigen Decke von Flufsschottern und Sanden, welche wiederum von einer fruchtbaren Lehmschicht überkleidet sind. Untersucht man die Geschiebe dieser Schotter, so findet man, dafs sie nicht zu unterscheiden sind von demjenigen Flufsgeröll, welches heute noch der Strom mit sich fortwälzt, und welches beim Ausbaggern heraufgeholt wird. Namentlich zeichnen sich diese Schichten durch einen grofsen Reichthum an böhmischen Basalten und Phonolithen aus. Die Elbe also hat dieselben wirklich oben auf den Hochflächen ausgebreitet und auch die fruchtbaren Lehme daselbst abgesetzt. Diese alten der Diluvialzeit angehörigen Elbschotter liegen dort, wo sie das eine unserer Bilder im Vordergrunde auf den horizontalen Sandsteinschichten ruhend darstellt, nur 50 m über dem heutigen nahen Elbspiegel. Solche Reste alter Stromläufe steigen aber noch weit höher hinauf. Hinter diesen ersten Ebenheiten dicht oberhalb Pirna folgen stromaufwärts andere in höherem Niveau mit denselben Schottern und Lehmen. Die höchsten Punkte, welche sie erreichen, liegen sogar bis 150 m über dem heutigen Flufsspiegel.

Aufser in den eben aufgeführten, die Sächsische Schweiz begrenzenden Hauptbruchzonen äufsert sich das Kräftespiel der Lausitzer und der Erzgebirgischen Gebirgsbildung auch in den zahlreichen senkrechten und untereinander fast rechtwinkelig sich kreuzenden Klüften, welche den Sandstein durchsetzen und ihn in Verbindung mit den bereits erwähnten Schichtenfugen in die unregelmäfsigen Würfel zerlegen, die den Namen Quadergebirge veranlafst haben. Vertikale Verschiebungen sind mit diesen Klüften nicht verknüpft. Dafs sie wirklich in einem gewissen Zusammenhang mit den innerhalb der Erdkruste pressenden und seitlich schiebenden Kräften stehen, auf welche man jene Bruchzonen zurückführt, beweist ihre grofse Regelmäfsigkeit auf weite Strecken hin. Hierbei kehren besonders häufig die Richtungen WNW. und NNO. wieder. Wie Hettner vermuthet, war die Sandsteinplatte der Sächsischen Schweiz einer gewissen Torsion ausgesetzt, weil die Lausitzer und die Erzgebirgische Gebirgsrichtung hier einander entgegenarbeiteten. Aus dieser Torsion erklären sich diese regelmäfsigen Systeme von senkrechten Sprüngen in der spröden Sandsteintafel.

In dem geschilderten Aufbau unseres Berglandes sind zwar schon alle seine Oberflächenformen im Voraus angelegt gewesen, ihre eigentliche Herausbildung jedoch mufste erst das Wasser über-

nehmen, ohne dessen Thätigkeit dies Gebirge ein eintöniges und wüstes Hochplateau hätte bleiben müssen. Erst nach ihrer theilweisen Zerstörung wurde die Landschaft das, was sie heute ist; die Reize dieses mächtigen Gebäudes thaten sich erst auf, als es eine Ruine geworden war. Belauschen wir das Wasser zunächst bei seiner Arbeit im kleinen, ehe wir an das Hauptproblem treten, den Durchbruch des gewaltigen Stromes, dem alle die Rinnsale, Bäche und Flüſschen zueilen, nachdem sie dies Werk ein jedes in seiner Weise vollbracht haben.

Der Quadersandstein ist ein wenig widerstandsfähiges Gebilde wie wir das leider da zur Genüge sehen können, wo Menschenhand dies Gestein in Ermangelung von besserem Material zu Bauzwecken verwandt hat. Leicht zwar vermag der Meiſsel des Künstlers ihm die gewünschten Formen zu geben, aber eben so leicht zerstört das auffallende Regenwasser die feineren Skulpturen schon wieder nach wenig Jahrhunderten. Es wäscht das kalkig-thonige Bindemittel heraus, dringt zwischen die jetzt nur locker sich berührenden Quarzkörnchen ein und läſst sie beim Gefrieren zur Winterszeit auseinander bröckeln. Ein Blick auf die Ornamentik so vieler älterer Baudenkmäler in Dresden zeigt uns den verderblichen Erfolg dieses Vorganges. Dasselbe geschieht drauſsen auf felsiger Bergeshöhe in noch viel verstärkterem Maſse. Selbst der Sturm hilft hier mit den Fels zerkrümeln, indem er Sand gegen seine Oberfläche peitscht. Dann kommen Tausende winziger Pflänzchen, Algen, Flechten und Moose, und setzen sich auf den rauhen Gesteinswänden fest. Ein jedes einzelne ihrer haarfeinen Würzelchen lockert, wenn es einmal eingedrungen ist, ein Sandkörnchen nach dem anderen. Besonders kräftig setzt die Verwitterung an den senkrechten Klüften und an den horizontalen Fugen ein. So runden sich schnell die Ecken und Kanten der Quader. Eine Schicht ist weicher und wird besonders schnell zernagt. Ein Ueberhang entsteht an der Felswand. Die flache Höhlung unter demselben erreicht eine quer durchsetzende senkrechte Kluft, durch welche Sickerwasser austreten und von innen her mit zerstören helfen. Eine letzte Kraftleistung geschieht, indem dies die Kluft durchrieselnde Wasser beim Gefrieren sich ausdehnt, und beim nächsten Thauwetter löst ein Felsblock sich ab, um polternd zu Thale zu rollen. Unter diesen stetigen Angriffen schreitet eine Felswand immer weiter zurück. Ein unten vorbeifliessender Bach nimmt geschäftig den feinen Sand mit hinweg, der sich immer von neuem an ihrem Fuſse anhäuft, und rollt, nach groſsen Regengüssen zu einem

reifsenden Strome geworden, dann selbst den gröberen Schutt und grofse Blöcke mit sich thalab. Zugleich sägt sich das rasch fliefsende Wasser dieses Baches immer tiefer in sein Bett ein, erhält so das hohe Gefälle der seitlichen kleinen Zuflüsse und zieht immer neue Gesteinsmassen in den Bereich ihrer Zerstörung. Das Titelbild dieses Heftes, welches eine Scenerie aus dem Uttewalder Grunde darstellt, bringt vortrefflich alle die Formen zur Anschauung, unter denen sich die geschilderten Vorgänge vollziehen. Es fehlen auch nicht die schlanken Säulen, in welche sich eine Felswand dort aufzulösen pflegt, wo das Wasser senkrechte Klüfte nach verschiedenen Richtungen hin erweitern kann. Oft sieht man eine Thalwand von ganzen Gruppen solcher natürlicher Säulen umsäumt.

Um diese Verhältnisse zu erklären, genügt uns auch die geistreiche Hypothese Löwls nicht, die für andere Durchbruchsthäler gewifs am Platze sein mag. Er nahm an, dafs die Sächsische Schweiz ursprünglich ihr eigenes Flufssystem besafs, dessen Hauptstrom, die alte Kamnitz-Elbe, nach Nordwest zu das Bergland entwässerte. Zu gleicher Zeit rann ein kleineres Flüfschen nach der entgegengesetzten Richtung bei Tetschen den Steilabfall hinab und schnitt sein Bett immer tiefer in den weichen Sandstein ein, so tief, dafs endlich die trennende Sandsteinschwelle zwischen ihm und jenem grofsen Flufssystem der alten Kamnitz-Elbe durchsägt wurde. Alsdann seien auf diesem immer weiter vertieften Verbindungskanal die Zuflüsse der nordböhmischen Einsenkung der Elbe zugeführt und ihr tributär gemacht worden.

Diese Hypothese würde die ausgedehnten viele Kilometer breiten Ablagerungen von alten Elbschottern mit massenhaftem böhmischen Material nicht erklären können, welche die Ebenheiten der Sächsischen Schweiz bedecken. Denn die Schotter der alten Kamnitz-Elbe können nicht aus solchem, aus dem Innersten Böhmens zum Theil ganz sicher herleitbaren Materiale bestanden haben. Das sind wirkliche Elbschotter, wie sie der Flufs noch heute herbei bringt.

Vielmehr sprechen die Verhältnisse für die zuerst von Tietze ausgeführte Ansicht, nach welcher das Gebiet der Sächsischen Schweiz erst später sich gehoben habe, als jene jetzt hochgelegenen Schotter bereits gebildet waren. Das Einschneiden des seit uralter Zeit schon dem Lauf durch unser Bergland folgenden Elbsystems hat mit dieser Hebung gleichen Schritt gehalten. Das eigentliche Elbthal im engeren Sinne ist sehr jungen Alters. Noch zur Zeit, als das nordische Binnlandeis seinen Rand bis südlich von Pirna vorschob, flofs die

Elbe auf den Hochplateaus oberhalb dieser Stadt. Wir finden dort die vom Eise herbeigeführten nordischen Feuersteine innig vermischt mit böhmischen Basalten und Phonolithen, und in den Lehmen sind wiederholt Reste diluvialer Säugethiere, wie des Mammuth und wollhaarigen Rhinozeros aufgedeckt worden, als man beim Steinbruchsbetrieb am Thalrand diese den Abraum bildenden Diluvialschichten entfernte.

So arbeiten sich auch in der Sächsischen Schweiz, wie überall auf den Gebirgen der Erde, zwei feindliche Mächte entgegen: die geheimnifsvollen Gewalten der Unterwelt, welche die Erdkruste in Falten legen oder mächtige Abschnitte derselben gegeneinander verschieben, heben oder senken, und das offen vor unseren Augen wirkende Wasser. Ihr seit Jahrtausenden fortgeführter und noch lange nicht ausgefochtener Wettstreit hat uns eine der herrlichsten Landschaften geschaffen.





Die Beruhigung der Wellen durch Oel.

Es ist eine auffallende Erscheinung, dafs die beruhigende Wirkung, welche das Oel auf die Bewegung der Wellen ausübt, obwohl schon im Alterthume bekannt, dennoch erst seit wenigen Jahren in der Schifffahrt eine praktische Verwendung gefunden hat. Das Mifstrauen, um nicht zu sagen der Spott, mit welchem selbst heutzutage noch diese Eigenschaft des Oels mitunter behandelt wird, läfst sich wohl nur dadurch erklären, dafs es dem menschlichen Verstande zunächst unmöglich erscheint, mit so geringen Mitteln so gewaltigen Naturkräften, wie die Meereswogen sie darstellen, erfolgreich entgegenzutreten. Und doch ist es eine durch viele Erfahrungen sicher verbürgte Thatsache, deren Kenntnifs und richtige Benutzung bereits seit den wenigen Jahren ihrer Anwendung in zahlreichen Fällen Schiffe und Seeleute aus der gröfsten Gefahr errettet hat.

Bereits Aristoteles, Plutarch und Plinius kannten diese Eigenschaft des Oels, Franklin und nach ihm besonders die Gebrüder Weber haben die einschlagenden Fragen wissenschaftlich behandelt, aber erst in diesem Jahrzehnt ist man in weiteren Kreisen der Sache näher getreten, und ist ihr auch von Seiten der Behörden Aufmerksamkeit gewidmet worden. Zumal die britische Admiralität und das Hydrographische Amt zu Washington haben sich bemüht, unter den Seeleuten für die Verbreitung des Verfahrens zu wirken, und Letzteres hat zu Berichten über die Erfolge desselben aufgefordert, die es dann veröffentlicht. Eine ausführliche Zusammenstellung aller näheren Details enthält eine vom Nautischen Verein zu Hamburg preisgekrönte Schrift von Rottok, der wir das Folgende entnehmen.

Die Versuche, welche Franklin und die Gebrüder Weber anstellten, führten zu Ergebnissen, welche die Letzteren in folgende Sätze zusammenfafsten:

1. Das Oel, wenn es auch nur in geringer Menge mit Wasser in Berührung kommt, zeigt die Erscheinung, sich mit einer bewunderns-werthen Gewalt und Geschwindigkeit über eine grofse Strecke desselben in Gestalt eines durchsichtigen, höchst dünnen Oelhäutchens auszubreiten.

2. Innerhalb dieser Strecke verschwinden die kleinsten Wellen, die die Oberfläche des Wassers und der gröfseren Wellen kraus und uneben machen, und die Oberfläche des Wassers wird daher spiegelnd.

3. Die gröfseren Wellen setzen zwar ihren Lauf durch diese Strecke hindurch fort, werden dabei aber selbst niedriger, und zwar in dem Grade mehr, als die geölte Strecke, durch die sie ziehen, gröfser ist.

Um diese Erscheinungen zu erklären, mufs man berücksichtigen, wie die Wellen entstehen. Der Wind, welcher über das Wasser fährt, stört die ruhige Niveaufläche und erzeugt durch seine Stöfse die oscillirende Wellenbewegung, welche fortschreitend sich weiter ausbreitet. Durch die andauernd wiederholten Stöfse steigert sich die Höhe der Wellen allmählich, bis diese schliefslich jene enormen Dimensionen erreichen, die während der Stürme auf hoher See angetroffen werden.

Indem nun der Wind über die Wellenberge hinfortgleitet, erzeugt er durch Reibung kleine Unebenheiten auf denselben, in welchen der Wind wiederum neue Angriffspunkte findet, um die anfangs vollständig regelmäfsige Wellenbewegung zu zerstören und die einzelnen Wellen zu zerreifsen. Je länger dies andauert, um so zerrissener wird naturgemäfs die Oberfläche, um so leichter kann der Wind einsetzen, und um so wilder tobt die See. Am stärksten tritt diese Erscheinung natürlich auf der dem Winde zugekehrten Seite des Wellenberges zu Tage. „Zu Schaum gepeitscht werden hier die einzelnen Theilchen der Oberfläche auf die Spitze des Wellenberges emporgetrieben, hier jenen sprühenden Gischt, den Wellenkamm, bildend und unter der Wucht des Windes weitergetrieben an der geschützten Leeseite des Wellenberges zusammen- und mit grofser Gewalt steil in das Thal hinabstürzend. Diese brechenden und schäumenden Wellenkämme sind es, welche dem Schiffe so verderbenbringend sind, indem sie erbarmungslos über dasselbe herfallen und alles zertrümmern, was ihnen in den Weg kommt.“ Läfst der Wind endlich nach, so verschwinden zuerst die eigentlichen Brechseen mit ihren weifsen, schäumenden Köpfen, und es bleibt nur noch die, wenn auch mitunter sehr hohe, so doch ganz regelmäfsig verlaufende, ruhige Schwankung der Meeresoberfläche, die sogenannte

Dünung, welche für die Schiffe vollständig ungefährlich ist, und höchstens auf den der Seefahrt ungewohnten Reisenden wegen des starken Auf- und Niederschaukelns des Fahrzeuges unliebsame Wirkungen ausübt.

Breitet sich nun eine Oelschicht auf den Wellen aus, so findet der Wind eine glatte Fläche, über die er ohne Reibung hingleitet, und welche vermöge der gröfseren Zähigkeit und Cohäsion des Oels dem so gefährlichen Zerreifsen der Wellen erheblichen Widerstand entgegensetzt. Die Wellenbewegung selbst wird natürlich durch das Oel nicht beseitigt, wohl aber wird das Eindringen des Windes in die Wellen und damit das Ueberschlagen derselben verhindert, und die Brechseen auf diese Weise in eine starke Dünung verwandelt. Je zäher das Oel ist, um so schwerer wird die Schicht zerreifsen, um so gröfser also auch die beruhigende Wirkung sein, die sie ausübt. Andrerseits darf aber auch die Zähigkeit nicht zu grofs sein, da das Oel genügend flüfsig sein mufs, um sich mit hinreichender Geschwindigkeit ausbreiten zu können. Einen Einflufs auf die Wahl des Oels wird demnach auch die Temperatur ausüben, bei welcher es verwendet werden soll. Kokosnufsöl z. B. kann in heifsen Gegenden sehr gute Dienste leisten, während es in der Kälte dick wird und nicht zu gebrauchen ist. Am günstigsten lauten alle Berichte über Fischöl jeder Art. Gereinigtes Petroleum erzielte gar keinen Erfolg, während es in rohem, dickerem Zustande mit Vortheil verwendet worden ist. Fast alle animalischen und vegetabilischen Oele erwiesen sich als geeignet, mineralische dagegen als weniger wirksam.

Von grofser Bedeutung für die praktische Verwendbarkeit des Oels ist die Eigenschaft desselben, sich schnell und in sehr dünner Schicht auszubreiten. Hierdurch wird es ermöglicht, durch verhältnifsmäfsig aufserordentlich geringe Quantitäten grofse Wirkungen zu erzielen. Die Menge des Oelverbrauchs ist natürlich je nach den Umständen eine sehr verschiedene; sie schwankt nach den Berichten zwischen $1/2$ und 9 Liter pro Stunde. Wesentlich beeinflufst wird sie auch durch die Art und Weise, wie der Ausflufs des Oels geregelt wird. Häufig werden hierzu die Klosetröhren benutzt, indem man dieselben, um ein zu schnelles Auslaufen zu verhindern, mit Werg oder Twist anfüllt, durch welches das Oel langsam hindurchsickert. Besser ist es, Segeltuchsäcke über Bord zu hängen, welche in derselben Weise gefüllt und je nach der Dichte des Stoffes mit mehr oder weniger Löchern versehen sind. Noch günstiger sind Säcke von loserem Gewebe, bei denen das Oel aus allen Poren austreten kann. Diese Säcke müssen

möglichst so angebracht werden, dafs sie nicht im Wasser nachschleppen, sondern etwas über der Oberfläche hängen, damit jeder austretende Tropfen sofort vom Winde und von den Wellen erfafst und zerstäubt werden kann, und so möglichst fein vertheilt wird. Der Ort der Anbringung für die Säcke richtet sich natürlich nach der jedesmaligen Lage des Schiffes, ob es mit dem Winde oder gegen denselben fährt, ob es vor Anker liegt u. s. w.

Die bisherige Betrachtung gilt nur für den Fall, dafs tiefes Wasser vorhanden ist, in welchem sich die vom Winde in der oben beschriebenen Weise erzeugten Wellen frei entwickeln können. Anders liegt der Fall, wenn nicht Wind, sondern Brandung die Veranlassung zum Brechen der Wellen bildet. Wo Klippen oder ähnliche Hindernisse sich den Wogen in den Weg stellen, ist es ohne weiteres einleuchtend, dafs das Oel keine Wirkung ausüben kann. Etwas günstiger ist es, wenn Untiefen oder flacher Strand die Ursachen der Brandung sind. Zwar kann auch hier das durch Auflaufen der Wellen auf dem seichten Grunde hervorgerufene Ueberschlagen der Wellen durch Oel nicht verhindert werden, aber es wird immerhin die Brandung etwas gemildert werden, indem die Höhe der Wellen durch das Oel bereits vor dem Erreichen der Untiefe verringert, und auch ihre Oberfläche gegen das Zerreifsen widerstandsfähiger gemacht wird. Einige Berichte melden auch von günstigen Erfolgen, die unter solchen Umständen erzielt worden sind; eine so überraschende Wirkung aber, wie auf hoher See in tiefem Wasser darf hier nie erwartet werden.

Es sei zum Schluss gestattet, aus der grofsen Zahl der vom hydrographischen Amt zu Washington veröffentlichten Berichte über die Verwendung des Oels einige hier wiederzugeben, da dieselben, Erlebtes schildernd, die Wirkung des Oels überzeugender darthun werden, als die vorhergehenden allgemeinen Betrachtungen.

1. „Kapt. Murrel vom englischen Dampfer „Surrey“ berichtet, dafs er auf der Reise von Baltimore nach London im März 1886 schwere Stürme aus WNW hatte, von hoher durcheinander laufender See begleitet, welche die Decke unter Wasser setzten und grosses Unheil anrichteten. Er füllte die Klosets mit Werg und Twist und gofs Maschinenöl hinein, bis der Twist vollständig damit gesättigt war und das Oel allmählich heruntertropfen liefs. Die Wirkung war wunderbar, keine See kam mehr an Bord. Sowie in der Nacht das Oel verbraucht war, kam fast augenblicklich eine schwere See auf Deck, welche den Mann vom Steuer rifs und anderen Schaden anrichtete. Die Klosets wurden hierauf nochmals mit Oel gefüllt, worauf

alles glatt ging; das Schiff lief 18 Stunden lang, ohne Wasser überzunehmen."

2. „An Bord des Schiffes „Slivemore" brach auf der Reise von Shields nach Bombay 800 Seemeilen von den Seychellen Feuer aus, sodafs dasselbe verlassen werden musste. Die Leute begaben sich in die Boote, um nach den Seychellen zu flüchten. Am dritten Tage nach Verlassen des Schiffes erhob sich eine Cyklone, und Niemand hielt es einen Augenblick für möglich, dafs die Boote derselben Stand halten würden. Der Kapitän war vor dem Verlassen des Schiffes so vorsichtig gewesen, die Boote mit Oel versehen zu lassen, um es in Fällen, wie der vorliegende, zu gebrauchen. Jedes Boot warf einen aus zusammengelaschten Spieren und Riemen bestehenden Treibanker aus und gebrauchte in folgender Weise Oel. Ein langer Strumpf wurde mit in Paraffin getränktem Werg gefüllt und über den Bug des Bootes gehängt. Vorher war das Boot verschiedene Male fast ganz voll Wasser geschlagen, sodafs die Insassen für ihr Leben fürchten mussten, nach dem Gebrauch des Oels kam dergleichen nicht mehr vor. Rings um das Boot bildete sich eine vollständig glatte Oeldecke, und das Boot ritt leicht und in völliger Sicherheit auf der Dünung, welche an Stelle der früheren Brechseen trat. Die Wirkung war derartig, dafs wenig oder gar kein Wasser mehr überkam, und die Bootsinsassen sich sogar hinlegen und schlafen konnten, und alles dies trotzdem das Boot sehr tief beladen war. Ohne die Vorsicht des Kapitains würde die ganze Besatzung und die Passagiere ohne Zweifel ums Leben gekommen sein."

P. K.



Allgemeine Uebersicht der beachtenswerthen Himmelserscheinungen im Jahre 1890.

Die folgende Zusammenstellung soll wie die vorjährige (Januarheft S. 248) hauptsächlich den Zweck verfolgen, den Freunden der Astronomie namentlich bezüglich jener Himmelserscheinungen einen Hinweis zu liefern, deren Beobachtung und Verfolgung durch Interessenten möglich ist und Nutzen für die Wissenschaft haben kann.

1. Die Planeten.

Merkur ist Anfang des Jahres noch am Abendhimmel, desgleichen im Mai, August und September, und gegen Jahresschlufs am Abendhorizonte aufzusuchen, im Juli, Oktober und November ist er am Morgenhimmel beobachtbar. Das Maximum seines Glanzes tritt ein in der Mitte der Monate Januar, April, Juli und Oktober, die Minima der Helligkeit fallen 31. Januar, 31. Mai und Ende September.

Venus ist Anfang des Jahres noch ganz kurze Zeit am Morgenhimmel zu sehen und geht schon um 3 Uhr Nachmittag unter. Im Frühjahr steht der Planet der Beobachtung günstig am Abendhimmel und verbleibt Abendstern bis Oktober. Anfang Dezember ist Venus zu nahe der Sonne. Die Helligkeit bleibt im ersten Vierteljahre die gleiche und nimmt erst in den Sommermonaten zu; nach dem Helligkeitsmaximum am 27. Oktober nimmt der Glanz rasch ab und erreicht Ende des Jahres wieder ein Maximum; um diese Zeit wird Venus wieder am Morgenhimmel schön sichtbar sein. Die Gröfse der Sichelgestalt des Planeten (den Durchmesser der ganz erleuchteten Scheibe = 1 gesetzt) ist:

1. Januar	0.98	1. Juli	0.81
1. Februar	1.00	1. August	0.72
1. März	1.00	1. September	0.59
1. April	0.98	1. Oktober	0.44
1. Mai	0.95	1. November	0.23
1. Juni	0.89	1. Dezember	0.00

Mars kommt am 27. Mai in Opposition, doch wird diese nicht zu den besonders günstigen gehören, da der Planet den gröfsten Theil des Jahres über eine südliche Stellung hat. Bequem beobachtbar wird Mars erst im April, wo er vor Mitternacht aufgeht und zwischen den Füfsen des „Ophiuchus" steht. Im Mai und Juni bleibt er (im „Skorpion") den gröfsten Theil der Nacht am Himmel; zur Zeit der Opposition ist er leicht in der Nähe des hellen Sternes „Antares" ($1^1/_2$ Grad westlich und 3 Grad nördlich desselben) aufzufinden. In den Herbstmonaten ist Mars noch bis 9 Uhr Abends im „Schützen" zu sehen.

Jupiter steht im Jahre 1890 zumeist im Sternbild des „Steinbock", ist erst im Frühjahr in den Morgenstunden auffindlich und geht von Mai an vor Mitternacht auf. Um die Zeit seiner Opposition (30. Juli) steht er von 8 Uhr Abends bis 4 Uhr Morgens am Himmel. In den Herbstmonaten geht er in den ersten Nachmittagsstunden auf und bleibt noch bis etwa 9 Uhr Abends sichtbar. Aufser an die Verfolgung des „rothen" und des „weifsen" Jupiterflecks möchten wir die Besizer starker Fernröhre noch an Aufmerksamkeit bezüglich des Auftretens schwarzer Fleckengruppen (wie solche 1884 von Weineck, de Ball und Engelhardt gesehen worden sind) erinnern.

Saturn geht mit Jahresanfang um halb 10 Uhr Abends auf und ist bis in den April hinein am Nachthimmel im „grofsen Löwen" auffindlich. In den Sommermonaten geht er allmählich früher unter, im Mai um 2 Uhr Morgens, im August schon gegen 8 Uhr Abends. Im Herbste ist er nur in den ersten

Morgenstunden beobachtbar, im Dezember nach Mitternacht; sein Untergang erfolgt dann im Tageslichte.

Die Oeffnung des Ringsystems des Saturn nimmt im laufenden Jahre abermals um Beträchtliches ab und wir sehen am Jahresende nur wenig mehr von der südlichen Fläche des Ringes.

Uranus hält sich das ganze Jahr im Sternbild der „Jungfrau" auf und zwar immer nordöstlich des sehr hellen Sterns „Spica". Er ist am bequemsten von März bis Juni beobachtbar, in welchen Monaten er die ganze Nacht am Himmel bleibt; später geht er zeitiger unter und ist im November und Dezember in den ersten Morgenstunden aufzusuchen.

Neptun steht im „Stier", nordwestlich des glänzenden Sternes „Aldebaran".

2. Der Mond.

Wir heben wiederum hervor, dafs der Mond das geeignetste Objekt für astronomische Amateure ist und es sehr erwünscht wäre, wenn der topographischen Erforschung der Mondoberfläche sich möglichst viele Kräfte der Liebhaberkreise zuwenden wollten. Neben den in der vorjährigen Himmelsübersicht erwähnten, des Detailstudiums werthen Mondgegenden ist diesmal namentlich „Plinius" zu nennen, wegen der eigenthümlichen auf Veränderungen deutenden Wahrnehmungen, welche an diesem Gebilde von Prof. Thury im September 1889 gemacht worden sind.

3. Finsternisse.

a. Ringförmige Sonnenfinsternifs am 17. Juni. Dieselbe wird von ganz besonderer Auffälligkeit im südlichen Algerien, Tripolis, an der Südspitze von Griechenland und auf Kreta, im südlichen Theile Kleinasiens sein, ferner in Kurdistan, Nordpersien und Südchina. In Berlin wird die Mitte der Finsternifs um etwa $^1/_2$ 11 Uhr Vormittags im Betrage von 5.1 Zoll sichtbar sein.

b. Partielle Mondfinsternifs am 26. November. Diese Finsternifs ist in Süd- und Ostasien, Australien und auf dem grofsen Ocean sichtbar. Die Gröfse der Verfinsterung ist sehr gering, sie beträgt kaum $^1/_{10}$ Zoll.

c. Ringförmig-totale Sonnenfinsternifs am 12. Dezember. Dieselbe ist hauptsächlich im südlichen Eismeere, auf den Aucklandsinseln und Neuseeland, partiell in Süd-Neuholland sichtbar.

4. Kometen.

Von den periodisch wiederkehrenden Kometen wird für den Anfang des Jahres 1890 der Brorsensche erwartet. Derselbe sollte auf seiner 5.46 Jahre umfassenden Bahn zuletzt im September 1884 die Sonnennähe passiren, ist aber damals nicht aufgefunden worden. In der Mitte des Jahres 1890 dürfte der D'Arrestsche Komet (6.69 Jahre Umlaufszeit), der seit 1877 nicht wieder gesehen worden ist, wieder zur Erde zurückkehren. Sehr fraglich ist, ob zwei in den Jahren 1881 und 1884 entdeckte periodische Kometen von 8.8 und 5.5 Jahren Umlaufszeit im Jahre 1890 wieder gesehen werden können; namentlich der zweite dieser Kometen wird der Sonne sehr nahe stehen. — Im Dezemberhefte des I. Jahrganges der vorliegenden Zeitschrift (S. 185) haben wir den Lauf des am 2. September 1888 von Barnard entdeckten Kometen angegeben und auf die lange Dauer der Sichtbarkeit dieses Gestirnes aufmerksam gemacht. Die Beobachtungen der letzten Monate lassen nun hoffen, dafs der Komet weit länger als man vorausgesetzt hat und zwar auch noch im nächsten Jahre 1890 u. z. vom Frühjahre ab zwar schwach, aber grofsen Fernrohren vielleicht noch zugänglich, sichtbar bleiben wird. Ein seltenes und bemerkenswerthes Vorkommnifs bei den kurzen Sichtbarkeitsperioden, mit denen die Haarsterne sich uns zu zeigen pflegen!

5. Veränderliche Sterne.

Auf diesem, der Mitwirkung von Freunden der Sternkunde leicht zugänglichen Gebiete, heben wir eine Anzahl als veränderlich erkannter Sterne hervor, deren dauernde Beobachtung aus mehrfachen Gründen gegenwärtig besonders wichtig erscheint:

a. von den Sternen vom Algoltypus die folgenden neueren:

		Rectascens.			Declin.[1]		
R	Canis maj.	7h	14m	29s	— 16°	11'1	(Sawyer 1887)
U	Ophiuchi	17	10	57	+ 1	20.2	(„ 1881)
Y	Cygni	20	47	40	+ 34	14.6	(Chandler 1887)

b. von den Sternen kurzer Periode:

							Max.	Min.
Y	Sagittarii	18h	14m	54s	— 18°	55'1	6m	6.7m
U	„	18	25	24	— 19	13.2	7	8.9
S	Sagittae	19	51	1	+ 16	20.4	5.6	6.7
X	Cygni	20	38	43	+ 35	11.3	6.7	7.8
T	Vulpeculae	20	46	48	+ 27	50.2	5.6	6.7

c. von den mangelhaft bekannten:

T	Ceti	0h	16m	12s	— 20°	40'3
U	Cassiopejae	0	40	12	+ 47	39.3
T	Persei	2	11	29	+ 58	27.1
W	Tauri	4	21	42	+ 15	51.4
U	Hydrae	10	32	8	— 12	48.7
R	Canum ven.	13	44	13	+ 40	5.4
V	Sagittarii	18	24	57	— 18	20.5
X	Ophiuchi	18	33	5	+ 8	44.3
S	Vulpeculae	19	43	53	+ 27	0.9
Z	Cygni	19	58	20	+ 49	44.1
W	„	21	31	51	+ 44	53.2

(Betreff der beobachtenswerthesten Doppelsterne und Nebelflecke verweisen wir auf die vorjährige „Allgemeine Uebersicht der Himmelserscheinungen.")



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Januar-Februar.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang			Untergang			
20.	Jan.	Erdnähe	7h	51m	Mg.		3h	32m	Nm.
21.	„	Neumond	8	41	„		4	55	„
27.	„	Erstes Viertel	11	0	„	28.	1	3	Mg.
2.	Feb.	Erdferne	2	4	Nm.		6	25	„
5.	„	Vollmond	5	12	„		8	12	„
12.	„	Letztes Viertel	0	27	Mg.		10	21	„

Maxima der Libration: 26. Januar, 11. Februar.

[1]) Diese und die folgenden Sternpositionen gelten für 1890/1.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Jan.	20^{h}55^m	—18° 17'	9^h 5^m Mg.	5^h 49^m Nm.	18^h 58^m	—23° 10'	7^h 41^m Mg.	3^h 17^m Nm.
16. „	21 9	—16 19	8 52 „	6 0 „	19 20	—22 44	7 43 „	3 27 „
20. „	21 14	—14 44	8 31 „	5 59 „	19 42	—22 6	7 45 „	3 37 „
24. „	21 8	—13 58	8 5 „	5 41 „	20 3	—21 18	7 46 „	3 48 „
28. „	20 52	—14 11	7 36 „	5 10 „	20 24	—20 19	7 45 „	3 59 „
1. Febr.	20 32	—15 7	7 10 „	4 37 „	20 45	—19 11	7 42 „	4 12 „
5. „	20 17	—16 16	6 46 „	3 58 „	21 5	—17 53	7 38 „	4 26 „
9. „	20 10	—17 18	6 27 „	3 27 „	21 25	—16 28	7 33 „	4 41 „
13. „	20 12	—18 1	6 16 „	3 6 „	21 45	—14 56	7 29 „	4 56 „

20. Januar Sonnennähe. 6. Februar Sonnenferne.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Jan.	14^h 22^m	—12°40'	1^h 52^m Mg.	11 46^m Vm.	19^{h}31^m	—22° 1'	8^h 1^m Vm.	3^h 55^m Nm.
20. „	14 35	—13 42	1 47 „	11 29 „	19 37	—21 49	7 42 „	3 40 „
26. „	14 47	—14 41	1 41 „	11 11 „	19 43	—21 35	7 23 „	3 23 „
1. Febr.	15 0	—15 36	1 36 „	10 54 „	19 49	—21 21	7 4 „	3 7 „
7. „	15 12	—16 27	1 29 „	10 37 „	19 54	—21 6	6 44 „	2 50 „
13. „	15 23	—17 14	1 22 „	10 22 „	20 0	—20 51	6 24 „	2 34 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Jan.	10^h 23^m	+11° 52'	7^{h}48^m Ab.	10^h 6^m Vm.	13^{h}39^m	— 9° 42'	1^h 4^m Mg.	11^{h}28^m Vm.
20. „	10 21	+12 3	7 18 „	9 34 „	13 40	— 9 44	0 32 „	10 56 „
28. „	10 19	+12 16	6 43 „	9 1 „	13 40	— 9 45	0 1 „	10 25 „
5. Febr.	10 17	+12 29	6 8 „	8 30 „	13 40	— 9 44	11 26 Ab.	9 54 „
13. „	10 14	+12 44	5 33 „	7 57 „	13 40	— 9 43	10 54 „	9 22 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 15. Jan. östl., 23. westl., 4. Febr. östl., 8. westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
11. Jan.	4^h 1^m	+ 18° 56'	0^h 46^m Nm.	4^h 32^m Mg.
26. „	4 0	+ 18 54	11 47 Vm.	3 31 „
10. Febr.	3 59	+ 18 54	10 48 „	2 32 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

(Die Verfinsterungen sind wegen der sonnennahen Stellung des Jupiter nicht beobachtbar.)

4. Sternbedeckungen durch den Mond.
(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
17. Januar	* μ Ophiuchi	5.0^m	7^h 36^m Mg.	8^h 44^m Mg.
24. „	* 30 Piscium	4.8	7 40 Ab.	8 40 Ab.
8. Februar	* ν Virginis	4.4	0 14 Mg.	1 29 Mg.

5. Veränderliche Sterne.
a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.	Declin.
U Ceti	18. Januar	7^m	—	2^h 28^m 27^s	— 13° 37'9
S Gemin.	25. „	8.5	12^m	7 36 26	+ 23 42.7
U Cancri	23. „	8—10	12	8 29 29	+ 19 16.5
R Leonis	30. „	5.5	10	9 41 38	+ 11 56.5
R Vulpec.	27. „	8	12.5	20 59 29	+ 23 22.9

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 17., 22., 27. Jan., 1., 6., 11. Febr. Abends.
Algol . . 18. Mg., 23. Ab., 29. Ab., 4. Febr. Mg., 9. Mg.
U Coronae . . 19. Jan. Mg., 26. Nt., 1. Febr. Ab., 8. Ab., 15 Ab.
S Cancri . . 18. Jan. Ab., 28. Mg., 6. Febr. Nm., 16. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 9. Febr.
W Virginis . 20. Jan., 7. Febr.
U Monoc. . . 29. Jan.

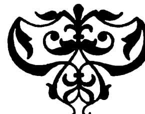
6. Meteoriten.

Die Zeit vom 15. Januar bis 15. Februar ist durch keine besonders bemerkenswerthe Meteoritenströme ausgezeichnet.

7. Nachrichten über Kometen.

Der am 17. November von Swift im südlichen Theil des Pegasus entdeckte lichtschwache Komet hat im Dezember mit zunehmender Helligkeit dieses Sternbild und das der Andromeda durchlaufen. Um Neujahr stand der Komet mit bereits wieder abnehmender Lichtstärke schon in den „Fischen."

Am 12. Dezember ist von Borelly in Marseille ein schwacher Komet im nordöstlichen Theile des „Hercules" aufgefunden worden. Das Gestirn bewegte sich mit beträchtlicher täglicher Geschwindigkeit südwärts.





Astronomisches aus Babylon. Von J. N. Strassmair und J. Epping. — Freiburg i. Breisgau, 1889. Herder. Preis 4 M.

Unter diesem bescheidenen, anspruchslosen Titel tritt ein Werkchen zu Tage, welches unsere bald übertriebenen, bald unterschätzenden Vorstellungen über die astronomischen Kenntnisse der Chaldäer ganz wesentlich erweitert; das Buch birgt in sich, wie hier gleich hervorgehoben werden soll, so viele Arbeit und so viel Geduld, dafs jene Leser, welche das heute noch so unsichere Fundament der Keilschriftübersetzung nicht einigermafsen kennen und auch die Rechnungsarbeit nicht zu übersehen vermögen, die zur Erklärung und Aufhellung der astronomischen Verhältnisse einer uns so entlegenen Zeit bedingt wird, den richtigen Werth des Buches kaum werden beurtheilen können.

Die Jesuitenpatres Epping und Strafsmair, beide gleich tüchtige Assyrologen, haben die überaus verdienstliche Arbeit unternommen, drei der kleinen Thontäfelchen, die aus der Seleucidenzeit und dem Orte nach aus Abu Habba (wahrscheinlich der alten chaldäischen Sternwarte zu Sippara) stammen, zu entziffern und die sämtlichen auf diesen Täfelchen vorkommenden zahlreichen astronomischen Angaben durch eine zugleich rechnerische wie sprachliche Untersuchung aufzuklären. Die Verfasser beschäftigen sich in ihrem, den Gang der Untersuchung vor dem Leser in sehr anschaulicher populärer Weise darlegenden Buche zuerst mit der Bedeutung der Zahlen, die sich in den au die Bewegung des Mondes Bezug habenden Angaben vorfinden. Das Resultat ist, dafs die Babylonier förmliche Mond-Ephemeriden, welche die Eintrittszeiten der Neu- und Vollmonde enthalten, durch Rechnung herzustellen wufsten und sich dabei eines eigenthümlichen Verfahrens durch Differenzreihen bedienten. Unter der Voraussetzung, dafs die erste der Thontafeln dem Jahre 189 der seleucidischen Aera angehöre und unter einigen zulässigen Annahmen über die Art der Zeitrechnung, werden nun Anhaltspunkte zur Feststellung der Datirung gesucht. Letztere finden die Verfasser in den Mondfinsternissen, welche in den Tafeln an mehreren Stellen bei gewissen Monatstagen angemerkt sind. Diese Finsternisse werden für das Jahr 123 v. Chr. (= 189 der seleuc. Aera) berechnet und völlig übereinstimmend mit den Tafelangaben gefunden. Zur Vorsicht wird eine Abweichung des Jahres 189 vom Jahre 123 der christlichen Zeitrechnung, und zwar um 7 Jahre angenommen, die dann sich ergebenden Finsternisse bestimmt und nachgewiesen, dafs kein anderes Jahr die Mondfinsternisse in der von den Tafeln geforderten Weise enthält als das Jahr 123; daraus ist erschlossen, dafs das erste Jahr der seleuc. Aera dem Jahre 311 v. Chr. entspricht und ferner wird hierdurch die ganze Datirung der Ephemeriden klar. In derselben Weise werden die beiden andern den Jahren 188 und 201 der seleuc. Aera angehörenden Tafeln be-

handelt. Die weiteren Untersuchungen lehren, dafs mit den Zahlenangaben neben den Neu- und Vollmonden gemeint ist, wie lange vor Sonnenuntergang oder nach Sonnenuntergang der Mond (als Sichel, zum ersten resp. letzten Mal erscheinen würde; es wird gezeigt, dafs die in den Ephemeriden mitlaufenden Zeiten für die Mond-Auf- und Untergänge eine ganz annehmbare Genauigkeit besessen haben; schliefslich wird der interessante Nachweis geliefert, dafs sich bei den Finsternissen sogar der Versuch vorfindet, dieselben bezüglich ihrer Zeit und ihrer Gröfse näher zu präzisiren. Dann wenden sich die Verfasser der Erklärung jenes Textes zu, der rechts von den Mondangaben auf den Tafeln steht. In diesem sehr schwierigen Theile der Arbeit geben die Häufigkeit in dem Auftreten ein und derselben Namen, die Art ihrer Anordnung und die vorkommenden Ausdrücke „Dilbat" und „Gut-tu", (unter denen man bisher Venus und Jupiter verstanden hat) die Gewifsheit, dafs man es hier mit Planetenkonstellationen u. dgl. zu thun habe. Um aber alle den Alten wichtig gewesenen Planetenstellungen mit Sicherheit darin wieder zu erkennen, wie beispielsweise die heliakischen Auf- und Untergänge,[1]) die Siriuserscheinungen,[2]) die Umkehrpunkte der Planeten u. s. w., mufste der Planetenhimmel für die Jahre 110, 111, 122 und 123 v. Chr. gewissermafsen durch Rechnung wieder rekonstruirt werden. Den Verfassern scheint durch Mühe und Fleifs, indem sie Schritt für Schritt an der Hand der Rechnung vorwärts gingen, die Aufklärung so ziemlich aller Tafelangaben gelungen zu sein. Völlige Gewifsheit, ob alle Identifizirungen hiermit ein für alle mal klar gestellt sind, wird wohl mit der Zeit erst die Entzifferung weiterer babylonischer Thontafeln ergeben. Aus dem reichen Funde der Verfasser seien hier blos einige der wichtigsten hervorgehoben. Es bedeuten

Dil-bat	= Venus	Gar	= Wagen
Gut-tu	= Merkur	Lugal	= Regulus
An	= Mars	Absin	= Jungfrau (?)
Te-ut	= Jupiter	Kirrud	= Antares
Genna	= Saturn	Dur	= Fische
Is-da	= Aldebaran	Kak-ban	= Sirius (sicher).[3])

Um schliefslich ein Beispiel zu geben, wie die Chaldäer die Planetenstellungen auf ihren Tafeln anordneten, folgt hier noch ein Stückchen Text mit darunter stehender Uebersetzung aus der ersten Tafel, sich beziehend auf den Monat „Ulûlu II" des Jahres 189 der seleuc. Aera:

Ulûlu II.

„mushu 7: ina namâru *An sik* (=Anu elish) mash-mashu arkû; 3 ammat;
mushu 10: ina namâru *Dilbat sik shur* mahrû *absin* (=Ishtar elish shûru mahrû shirû) $^2/_3$ ammat; ina namâru *Gut-tu sik shur* mahrû *absin* (=elish shûru mahrû shirû) 1 ammat 8 u;
10: shuqalulu shatti;
mushu 20: ina namâru *Dilbat e sa sha absin* (=Ishtar shaplish nibittu sha shirû) $1^1/_2$ ammat;
23: mullalu 1 *lal e-a* (=shubat nakri);
23: *Gut-tu* ina elâtu ina nûru erib;
26: *Te-ut* ina mash-mashu emid."

---

[1]) Je geringer die Entfernung (Elongation) des Planeten von der Sonne wird, desto schwieriger ist der Planet zu sehen. Er ist im heliakischen Untergange, wenn er in den Sonnenstrahlen verschwindet, im heliakischen Aufgange, wenn er am Morgenhimmel zum ersten Mal aus den Sonnenstrahlen hervortritt.

[2]) Auf die heliakischen Aufgänge des Sirius gründete sich bekanntlich die Sothisperiode.

[3]) Der Kakab misri der Assyrer ist lange Zeit ein Streitobjekt unserer Assyrologen gewesen.

(17. September 123 v. Chr.)

„Des Nachts am 7. erscheint am Morgenhimmel Mars, darüber von den Zwillingen der östliche (=β), Entfernung 3 Ellen.

Des Nachts am 10. erscheint am Morgenhimmel Venus, darüber *sur* der westliche in shirû (=γ Jungfrau) $^2/_3$ Ellen; gleichfalls erscheint am Morgenhimmel Merkur, darüber *sur* der westliche in shirû, 1 Elle, 8 Zehner.

Am 10. ist Tag- und Nachtgleiche.

Des Nachts am 20. erscheint am Morgenhimmel Venus, darunter *sa* von shirû (α Jungfrau) $1^1/_2$ Ellen.

Am 23. (geht auf) Saturn gleich nach Sonnenuntergang.

Am 23. ist Merkur des Morgens in nûru (= Wage) im heliakischen Untergange.

Am 26. ist Jupiter am Ende der Zwillinge im Kehrpunkt."

F. K. Ginzel.



William Ferrel. A popular treatise on the winds, comprising the general motions of the atmosphere, monsoons, cyclones, tornadoes, waterspouts, hailstorms etc. New York, John Wiley & Sons 1889. VIII und 505 pag. 8°.

Der Verfasser, dessen Verdienste um die Entwicklung der modernen Meteorologie in deutschen Fachkreisen zuerst die gebührende Würdigung gefunden haben, bietet in dem vorliegenden Werke seinen Landsleuten die reife Frucht einer mehr als dreissigjährigen intensiven Beschäftigung und Lehrthätigkeit auf dem Gebiete der Meteorologie. Obwohl er sich in dem obigen Titel auf die Behandlung der Luftströmungen und der mit ihnen zusammenhängenden Erscheinungen beschränkt, kann man sein neuestes Werk doch als ein populäres Lehrbuch der Meteorologie bezeichnen, in welchem hauptsächlich die theoretische Meteorologie behandelt wird, die Klimatologie aber nur in soweit Berücksichtigung findet, als sie zur Erläuterung der zur Sprache kommenden Erscheinungen Material liefert; von der Beschreibung und Theorie der meteorologischen Instrumente hat der Verfasser ganz abgesehen. Dies konnte er mit vollem Recht, denn namentlich über die letzteren, sowie über die Klimatologie sich zu belehren, hatte es bisher weit weniger Schwierigkeit, als gerade über den complicirten Mechanismus der Bewegungen der Atmosphäre. Hierüber auch dem mit den Lehren und Methoden der theoretischen Physik nicht vertrauten Laien volle Aufklärung zu verschaffen ist Ferrel wohl der geeignetste Lehrer, da seine Studien ausschliefslich der Untersuchung der atmosphärischen Cirkulation gewidmet waren.

Seine erste meteorologische Arbeit wurde veranlafst durch das Bestreben, eine wissenschaftlich brauchbare Erklärung für die Luftdruckvertheilung auf der Erdoberfläche zu geben, welche in der einst berühmten und bewunderten „Physischen Geographie des Meeres" von Maury zwar eine Darstellung aber noch keine Erklärung finden konnte, und erschien in einem wenig verbreiteten medicinischen Journal im Jahre 1856. Seine späteren Abhandlungen beziehen sich alle auf die Mechanik der atmosphärischen Bewegungen, sind indessen rein theoretischer Natur, so dafs sie nur von einem ausgebildeten Mathematiker gelesen werden können. Später gab die Lehrthätigkeit als Professor der Meteorologie am Signal Office in Washington ihm Veranlassung, diesen Gegenstand in mit einfacheren Mitteln zu erreichender Weise abzuhandeln, was in den

„Recent advances in Meteorology“[1]) geschehen ist. Indessen ist auch in diesen noch höhere Mathematik genug zur Anwendung gekommen, wenngleich der mathematische Apparat derselben gegen den der vorhergehenden Werke beträchtlich vereinfacht erscheint. Um nun allen denen, welche sich für die Deutung der Vorgänge in der Atmosphäre interessiren, aber mit der Handhabung mathematischer Methoden nicht vertraut sind, eine zuverlässige Anleitung hierzu zu gewähren, und in der Erwägung, dafs derjenige, welcher einen Gegenstand am vollkommensten beherrscht, am besten in der Lage ist, sich auch allgemein verständlich darüber auszulassen, entschlofs sich Ferrel nach der Niederlegung seiner Professur zur Abfassung seines vorliegenden Werkes. Es ist dies keine blofse Erweiterung, sondern eine völlige Umarbeitung seiner erwähnten „Neuen Fortschritte der Meteorologie“, da er unter Verzichtleistung auf mathematische Hilfsmittel, abgesehen von gelegentlichen Angaben einer Formel, den Gegenstand in einer ganz anderen Darstellung zu bringen hatte, wobei manche neuen Gesichtspunkte sich ergaben. Diese mehr beschreibende Methode macht natürlich die reichlichere Heranziehung von Beispielen nöthig, welche in dem Lehrgange eine angenehme Abwechselung bieten.

Zuerst werden die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Atmosphäre besprochen, sodann die Bewegung eines Körpers auf der rotirenden Erde, welche genau verstanden sein mufs, bevor man an die Erklärung der allgemeinen atmosphärischen Cirkulation gehen kann. Im Anschlufs hieran werden die durch letztere erzeugten klimatischen Eigenthümlichkeiten der hohen und niederen Breiten, der Ost- und Westseiten der Continente, Einflüsse von Gebirgen auf ihre Umgebung betrachtet, ferner die Passate sowie die der täglichen Periode der Temperatur folgenden Land- und Seewinde, Berg- und Thalwinde. Ein grofser Theil ist der Betrachtung der Cyklonen gewidmet, sowie den durch dieselben erzeugten lokalen Strömungserscheinungen, wie dem Föhn, der Bora, den Northers, Pamperos u. s. w.

Für die weiter folgende Theorie der Tornados, Tromben, der Hagelstürme und Wolkenbrüche liefert das Klima von Nordamerika ihm weitaus das reichlichste Belegmaterial, sodafs wir in dem Cap. VII viele äusserst interessante Schilderungen von den ungeheuren zerstörenden Wirkungen dieser bei uns so seltenen Cyklonen kleinster Dimensionen finden. Den Schlufs bildet eine Darlegung unsrer Kenntnifs von der Entstehung und Ausbreitung der Gewitter. Es ist hierbei interessant zu bemerken, dafs Ferrel die Erklärung aller Erscheinungen gänzlich ohne Zuhilfenahme der Elektricität auf rein mechanischem Wege möglich zu machen sucht, sodafs sich das Wort Elektricität nur wenige Male findet, während es in den „Recent advances“ überhaupt nicht vorkommt, woraus wir wohl rückwärts schliefsen dürfen, dafs der Verfasser die Theorie der atmosphärischen Elektricität nicht für ausreichend geklärt hält, um eine noch so problematische Erscheinung als Basis für die Erklärung andrer zu benutzen.

Wiewohl der Verfasser nicht beabsichtigt hat, direkte Anweisungen für die Anwendung der Theorie auf die praktische Meteorologie zu geben, ist doch eine solche Fülle von Belehrung auch über diesen Zweig der Wissenschaft in die Entwicklung der Theorie verwebt, dafs der aufmerksame Leser völlig genügend mit Hilfsmitteln ausgerüstet ist, um durch eignes Urtheil in der Wetterprognose das Richtige zu treffen.

Einige Tabellen, ein Literaturverzeichnifs sowie ein sehr ausführlicher Index vervollständigen das auch durch besonders sauberen und klaren Druck angenehm zu lesende Werk. Dr. Ernst Wagner.

---

[1]) Annual report of the secretary of war for the year 1885. Vol. IV. 2. Washington 1885.

Adam Paulsen. Contribution à notre connaissance de l'aurore boréale.[1])

Der Direktor des dänischen meteorologischen Instituts giebt in der vorliegenden Abhandlung eine Anzahl von Nordlichtbeobachtungen, bei welchen an den beiden Endpunkten einer Basis Höhenmessungen der Lichterscheinungen ausgeführt wurden, und die sich von älteren Messungsversuchen durch die kleine Ausdehnung der Basis unterscheiden. Während früher Bravais eine Basis von 15.6 km Länge noch für zu kurz hielt, um genaue Höhen der angeblich stets Hunderte von Kilometern über der Erde schwebenden Lichterscheinungen zu erlangen, wurde im Jahre 1882 in Godthaab (Westgrönland) auf einer kurzen Basis von 5800 m Länge beobachtet. Es ergaben sich für mehrere Reihen von Strahlen 0.6 bis 1.4 km Höhe, für Bogen und Draperien Höhen von 2.0 bis 67.8 km. Mehrfach wurde Polarlicht unterhalb von Wolken gesehen, ebenso unterhalb von Bergspitzen von bekannter Höhe. Aehnliche Resultate erhielten Garde und Eberlin in Nanortanlik (bei Kap Farewell), welche eine Basis von 1248 m benutzten. Es gelang auch hier wie in Godthaab durch Messungen in Intervallen von 2 Minuten in gleichbleibender Höhe hin und her springende Bogen und Strahlen zu verfolgen, wobei sich Geschwindigkeiten von 40—50 m in der Sekunde ergaben, so dafs die leuchtenden Gebilde mit der Geschwindigkeit eines Orkans ihren Ort verändern.

Paulsen kommt zu dem Schlusse, dafs in einer bestimmten Zone, welche Südgrönland in etwa 4 Breitengraden durchschneidet, das Feld des Polarlichts von der höchsten Höhe der Atmosphäre bis zur Erdoberfläche sich erstreckt. Dasselbe gilt für Spitzbergen, wo 1883 die schwedische Expedition derartige Höhenbestimmungen auf einer Basis von nur 573 m vornahm, deren Resultate zwischen 0.6 bis 29.2 km variiren. Es scheint, dafs die Molekularstruktur der Luft in den polaren Gegenden in kleinen Höhen nur Strahlen, Bänder und Draperien zu stande kommen läfst, während die grofsen Bogen, welche in niedrigeren Breiten allein vorkommen, den höheren Schichten angehören, was Paulsen als beweisend für die Richtigkeit der Edlundschen Theorie betrachtet. Die Verschiebung der Maximalzone des Polarlichtes zur Zeit des Wintersolstitiums nach Nord, im Aequinoctium nach Süd erklärt Paulsen für unwahrscheinlich, da in südlicheren Breiten niemals die charakteristischen Formen der Maximalzone vorkommen, vielmehr werde durch stärkere Entwicklung des Polarlichts in niedrigeren Breiten die Aktivität der eigentlichen Nordlichtzone, nämlich der den gröfsten Formreichthum zeigenden, geschwächt, ebenfalls im Einklange mit Edlunds Theorie. Die von 1865—82 reichende sehr sorgfältige Beobachtungsreihe von Kleinschmidt in Godthaab zeigt, dafs dort nur geringe Aktivität herrschte, wenn grofse Polarlichter in Europa und Amerika gesehen wurden.

E. W.

[1]) Bull. de l'Academie Royale Danoise 1889.





Herrn X. Y. Z. Auf Ihre Anfrage, ob durch unmittelbar aufeinanderfolgende Sonnenaufnahmen nachgewiesen worden sei, dafs Janssens „photosphärisches Netz“ Realität besitze und nicht etwa erst durch Luftströmungen im Fernrohrtubus entstehe, ist uns von Herrn Dr. Kempf in Potsdam die nach stehende Antwort übermittelt worden: „Siehe über die betreffende Frage: Young, the Sun pag. 110 ff. One might naturally attribute this to the disturbance of the air in the telescope-tube, and to clouds of vapor rising from the damp collodion surface, when struck by the flash of sunlight during its exposure; but Janssen has found, that pictures taken in immediate succession show the same „smudges“ on the same parts of the sun, which, of course, would not happen, if they were the result of accidental currents of air or vapor in the telescope-tube.

Um in möglichst kurzen Intervallen nacheinander mehrere Aufnahmen von der Sonne machen zu können, hat sich Janssen eine Revolver-Cassette konstruirt. Ferner hat er in dem Fernrohr ein Fadennetz angebracht, welches mitphotographirt wird und eine genaue Identifizirung der einzelnen Stellen der Granulation ermöglicht.

Eine ausführliche Darstellung dieser Resultate, verbunden mit Reproduktionen der betreffenden Photographien hat Janssen bisher allerdings nicht veröffentlicht, sondern sich mit kürzeren Notizen in den Comptes rendus etc. und mündlichen Vorträgen begnügt. In Potsdam sind derartige Aufnahmen nicht gemacht worden, weil dazu, wie oben erwähnt, besondere Einrichtungen erforderlich sind.“



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft.

Von Prof. Dr. R. Börnstein in Berlin.

Eine zweifache Aufgabe soll in den folgenden Zeilen gelöst werden: Die Darlegung der Fluthererscheinungen im Wassermeer und im Luftocean. Beide Vorgänge gemeinsam zu beschreiben liegt nahe genug, weil sie ja auf dieselbe Ursache, die Massenanziehung nämlich, zurückzuführen sind. Und darum soll hier eine gemeinsame Behandlung beider versucht werden, wenn sie auch im schliefslichen Ergebnifs unserer Betrachtung sehr verschieden sich darstellen. Denn die Fluth und Ebbe des Meeres kennen wir als eine mächtige Bewegung der Wassermassen, bedeutsam für den Forscher nicht minder, als für den Küstenbewohner und den Seefahrer. Das Vorhandensein der Luftfluth aber kann nicht einmal aus einwurfsfreien Beobachtungen sicher nachgewiesen werden; aus theoretischen Gründen werden wir sie als nothwendig bestehend erkennen, zugleich aber auch hinzufügen müssen, dafs ihre Gröfse viel zu gering ist, um der Beobachtung mit den bisherigen Hülfsmitteln zugänglich gemacht zu werden.

Nachdem so unser Resultat vorweg genommen, soll nun auf den zu besprechenden Gegenstand näher eingegangen werden. Die Ursache, aus welcher Fluth und Ebbe herrühren, ist, wie erwähnt, die Massenanziehung, jene von Newton vor 200 Jahren entdeckte und allen Körpern (festen, flüssigen und gasförmigen) gemeinsame Eigenschaft der gegenseitigen Anziehung. Das Mafs für die Anziehung zweier Körper ist nach Newton ein Bruch, welcher als Zähler das

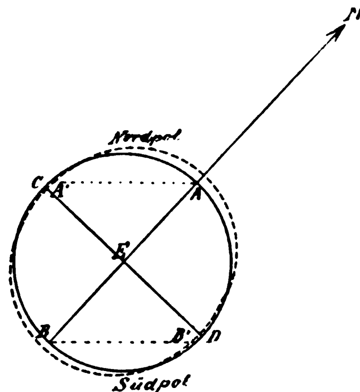
Product der Massen beider Körper, als Nenner das Quadrat der zwischen ihren Schwerpunkten liegenden Entfernung hat. Ist m die Masse der Erde und r ihr Radius, so wird ein auf der Erdoberfläche befindlicher Körper, welcher selbst die Masse 1 hat, mit der Kraft $\frac{m}{r^2}$ nach der Erdmitte hin angezogen, und es ist diese Kraft gleichbedeutend mit dem uns geläufigen Begriff der Schwere. Minder geläufig, aber durch eine einfache Erwägung zu verstehen, ist die Veränderlichkeit der Schwerkraft; beide Gröfsen nämlich, von welchen sie abhängt, m und r, können verschiedene Werthe annehmen. Unter r haben wir eigentlich nicht den Erdradius schlechthin zu verstehen, sondern mit Rücksicht auf die Unebenheiten des Bodens mufs darunter der Abstand der betrachteten Masse 1 vom Mittelpunkt (Schwerpunkt) der Erde gedacht werden. Und weil also r auf einem Berge gröfser ist als im Thal, muss auch die Schwere verschieden, auf dem Berge nämlich kleiner als im Thal sein. Steigt man 1000 m empor, so vermindert sich die Schwerkraft um etwa 200 Millionstel ihres Werthes, ein Kilogramm verliert also dabei etwa 0,2 Gramm. Unterschiede von dieser Gröfsenordnung sind an jeder einigermafsen feinen Wage erkennbar. Und doch kann man die gebräuchliche Form der Wage, deren Anwendung auf Hebelwirkung beruht, durchaus nicht dazu benutzen, um Aenderungen der Schwerkraft mit geänderter Höhe nachzuweisen, weil ja die Hebelwage uns nur das Verhältnifs der Kräfte ergiebt, mit welchem die Schwere auf die beiden belasteten Schalen wirkt, nicht aber die Gröfse dieser Kräfte, und weil beide bei veränderter Schwerkraft sich gleichmäfsig ändern, so dafs also ihr Verhältnifs das nämliche bleibt. Es ist eben nicht möglich, die beim Emporsteigen stattfindende Abnahme der Schwere eines Gewichtes zu messen durch Vergleich mit einem zweiten Gewicht, dessen Schwere gleichfalls abnimmt. Wohl aber kann diese Messung ausgeführt werden, wenn man die Schwere mit einer anders gearteten und von der Höhe unabhängigen Kraft vergleicht, also z. B. mit der Elasticität einer stählernen Spiralfeder, wie sie in der bekannten und von zahlreichen Hausfrauen täglich benutzten Druckwage (Federwage) Anwendung findet. Wenn eine solche Wage in der Ebene genau richtige Angaben macht, so muss sie auf einem Berg von 1000 m Höhe nur 999,8 g anzeigen bei Belastung mit einem Gewicht, welches in der Ebene als Kilogramm erschien. In Wirklichkeit mifst man indessen die Aenderung der Schwerkraft mit dem Pendel, welches wesentlich genaueres Arbeiten gestattet, als die Federwage.

Oben wurde gesagt, dafs von den beiden Gröfsen m und r, welche die Schwerkraft beeinflussen, auch m nicht unveränderlich sei. Dies gilt freilich nur insofern, als wir unter m nicht sowohl die an sich unveränderliche Masse der Erde verstehen, als vielmehr diejenige gesamte Masse, durch deren Anziehung die Schwerkraft entsteht, und dahin gehören die Massen des Mondes, der Sonne und in viel geringerem Grade wirksam auch die der Planeten. Die auf der Erdoberfläche von uns gedachte Masse 1 wird demnach nicht blos von der Erdmasse nach dem Erdschwerpunkt hin angezogen, sondern gleichzeitig auch von jedem andern Weltkörper in der Richtung auf dessen Schwerpunkt hin und mit Kräften, welche in jedem einzelnen Falle proportional sind mit der anziehenden Masse, dividirt durch das Quadrat ihres Abstandes. Diese zur irdischen Schwerkraft hinzutretenden Kräfte nehmen je nach der Stellung jener Weltkörper zur Erde verschiedene Gröfse und Richtung an, und somit darf man sagen, dafs für denselben Ort die Schwerkraft eine zeitlich wechselnde Gröfse ist.

Wie hieraus Fluth und Ebbe entstehen, soll nun gezeigt werden. Es seien E und M (s. Figur) die Mittelpunkte der Erde und des Mondes; die geradlinige Verbindung beider Mitten treffe in A und B die Erdoberfläche, so dafs A der dem Monde nächste, B der vom Monde fernste Erdpunkt ist. Sämmtliche Massentheile der Erde werden nach dem Monde hin angezogen mit einer Kraft, die leicht berechnet werden kann, da die Masse des Mondes gleich $^1/_{88}$ der Erdmasse, und der mittlere Abstand E M gleich $60\,^1/_3$ Erdradien bekannt ist. Für eine im Erdcentrum E befindliche Masse 1 (Kilogramm) würde die nach M gerichtete Anziehung des Mondes betragen:

$$\frac{m}{88\ (60^1/_3)^2\ r^2} = \frac{m}{r^2}\ 0{,}000\,003\,121.$$

Wäre die Anziehung des Mondes für alle übrigen Erdpunkte von derselben Gröfse, so würde daraus nur eine die Erde als Ganzes betreffende Einwirkung auf die Erdbahn hervorgehen. Es ist aber der Abstand vom Monde in A kleiner und in B gröfser, als in E. Also wird A stärker und B schwächer als E vom Monde angezogen. Auch diese Kräfte kann man berechnen, und zwar findet sich für die Anziehung durch den Mond und nach dessen Mittelpunkt hin:



$$\text{in A:}\quad \frac{m}{88\ (59^1/_3)^2\ r^2} = \frac{m}{r^2}\ 0{,}000\,003\,228$$

$$\text{in B:}\quad \frac{m}{88\ (61^1/_3)^2\ r^2} = \frac{m}{r^2}\ 0{,}000\,003\,021.$$

Dabei wirken diese Kräfte in A entgegengesetzt zur irdischen Schwerkraft, in B mit derselben gleichgerichtet. Ist, wie obige Zahlen ergeben, die Mondwirkung in A gröfser, als auf der übrigen Erde, so kann sie als eine in A erzeugte Verminderung der Schwerkraft aufgefafst werden, und die Schwere erscheint in A geringer, als in E. In B ist die Mondwirkung, welche hier mit der irdischen Schwerkraft gleichgerichtet ist, kleiner, als auf der übrigen Erde. Sie erscheint als eine Zunahme der Schwere, aber von geringerem Betrage als in E, und somit wird die gesamte Schwere, herrührend von Erde und Mond, in B gleichfalls kleiner sein als in E. Denken wir uns noch in der Zeichnung auf der Linie M A E B ein Loth in E errichtet, welches die Erdoberfläche in C und D trifft, so wird die Schwere in C und D ihren mittlern Werth haben und von der Mondwirkung unabhängig sein, weil diese hier keine in der Richtung der irdischen Schwerkraft (C E resp. D E) liegende Componente hat. In A und B dagegen ist die Schwere kleiner, als auf der übrigen Erde, denn sie wird durch die ihr gleich- resp. entgegengesetzt gerichtete Mondwirkung in A stärker vermindert und in B weniger vermehrt, als sonst auf der Erde. Der Betrag dieser Unterschiede ergiebt sich leicht, sobald man aus den vorstehenden Zahlen den Unterschied der Mondwirkung in A und B gegen diejenige in E berechnet. Danach ist die Mondwirkung

$$\text{in A um:}\ \frac{m}{r^2}\ 0{,}000\,000\,107\quad \text{grösser,}$$

$$\text{in B um:}\ \frac{m}{r^2}\ 0{,}000\,000\,100\quad \text{kleiner}$$

als in E, oder als in C und D, für welche Punkte der gleiche Werth gilt, wie für E. Um den gleichen Betrag verringert sich in A und B die Schwere.

Bedenkt man, dafs $\frac{m}{r^2}$ den Werth der irdischen Schwerkraft darstellt, sowie, dafs für die Orte C und D der Mond im Horizont steht, d. h. auf- oder untergeht, für A und B aber seine obere resp. untere Culmination hat, so kann das Ergebnifs der bisherigen Betrachtung kurz dahin zusammengefafst werden: So lange der Mond sich vom Horizont entfernt, nimmt die Schwere ab, um nach er-

reichter Culmination wieder zu wachsen. Culminirt der Mond im Zenith oder Nadir, so ist die Schwere um etwa ein Zehnmillionstel ihres Werthes kleiner, als bei auf- oder untergehendem Monde.

Die Wirkung ist natürlich entsprechend geringer für diejenigen Orte, in welchen der Mond bei seiner höchsten Stellung über dem Horizont (obere Culmination) das Zenith nicht erreicht, resp. beim Hinabsinken unter den Horizont (untere Culmination) nicht bis zum Nadir gelangt.

Wird, wie für den Mond, jetzt für die Sonne die gleiche Berechnung angestellt, deren Masse gleich 324 479 Erdmassen, und deren Abstand von der Erdmitte durchschnittlich gleich 24 000 Erdradien ist, so beträgt mit Beibehaltung der frühern Bezeichnung die Sonnenwirkung

$$\text{in E, C und D:}\quad \frac{324\,479}{(24\,000)^2}\,\frac{m}{r^2} = \frac{m}{r^2}\;0{,}000\,563\,331\,6$$

$$\text{in A:}\quad \frac{324\,479}{(23\,999)^2}\,\frac{m}{r^2} = \frac{m}{r^2}\;0{,}000\,563\,378\,6$$

$$\text{in B:}\quad \frac{324\,479}{(24\,001)^2}\,\frac{m}{r^2} = \frac{m}{r^2}\;0{,}000\,563\,284\,8.$$

Die Sonnenwirkung ist also

$$\text{in A um:}\quad \frac{m}{r^2}\;0{,}000\,000\,047\,0\ \text{grösser,}$$

$$\text{in B um:}\quad \frac{m}{r^2}\;0{,}000\,000\,046\,8\ \text{kleiner}$$

als in E, C und D, und um den entsprechenden Betrag, nämlich fast ein Zwanzigmillionstel ihres Werthes, ist die Schwere bei Culmination der Sonne kleiner, als bei auf- oder untergehender Sonne. Mithin beträgt die Aenderung der Schwere durch die Sonne nur beinahe die Hälfte der vom Monde erzeugten Aenderung.

Dies scheint überraschend, denn man ist wohl unwillkürlich geneigt, von der mächtigen Sonnenmasse eine gröſsere Wirkung zu erwarten als vom Monde; und die auf die Erde geübte Anziehung ist auch wirklich fast 200 mal gröſser bei der Sonne. Aber nicht die gesamte Anziehung kam für unsere eben vollendete Rechnung in Betracht, sondern die Verschiedenheit ihrer Gröſse an verschiedenen Erdpunkten. Der gröſste Abstand eines Erdpunktes vom Erdcentrum, also der Erdradius, ist sehr klein im Verhältniſs zu unserer Entfernung von der Sonne, und darum kann die Sonnenwirkung nirgend auf der Erdoberfläche wesentlich gröſser oder kleiner sein, als im Erdcentrum. Dagegen ist der Erdradius von erheblichem Betrage,

wenn er als Aenderung des Abstandes zwischen Erde und Mond erscheint, und hiermit in Uebereinstimmung fanden wir die vom Monde bewirkten Aenderungen der Schwere gröfser, als die entsprechende Sonnenwirkung.

Wenn nun die Erde aus einem festen Kern bestände, umgeben von einer beweglichen Hülle, und wenn diese Hülle, gebildet durch Wasser und Luft, ganz regelmäfsig in concentrischen, kugelförmigen Schichten den Kern umgäbe, so müfste jede Aenderung der Schwere eine Störung des Gleichgewichtes herbeiführen. Wie sich dies aus dem physikalischen Gesetz von den communicirenden Gefäfsen ergiebt, lehrt die folgende Erwägung. Füllt man zwei aufrechte und am untern Ende mit einander verbundene Röhren mit irgend einer Flüssigkeit, so steht dieselbe in beiden Röhren gleich hoch; giefst man dagegen in die Röhren zwei Flüssigkeiten von verschiedener Schwere, so steht die leichtere Flüssigkeit in ihrer Röhre um so viel höher, dafs die Höhen der beiden Flüssigkeitssäulen sich zu einander umgekehrt verhalten, wie die specifischen Gewichte der Flüssigkeiten. Ebenso verläuft der Versuch, wenn man wieder beide Röhren mit gleicher Substanz füllt und die eine Röhre mit ihrem Inhalt erwärmt. Die wärmere Flüssigkeit ist dann specifisch leichter und mufs daher in ihrer Röhre entsprechend höher stehen, als in der anderen Röhre die kältere Flüssigkeit. Und endlich würde der gleiche Verlauf auch dadurch zu stande kommen, dafs bei gleicher Füllung und gleicher Temperatur beider Röhren die Schwere in ihnen verschieden grofs gemacht würde, denn nun müfste auf Seiten der gröfsern Schwerkraft eine kürzere Flüssigkeitssäule genügen, um der längern Säule, welche unter Wirkung geringerer Schwere steht, das Gleichgewicht zu halten: Eine kleinere Menge schwerer Substanz kommt an Gewicht gleich einer gröfsern Menge leichter Substanz.

Den letzterwähnten Versuch können wir uns auf folgende Art verwirklicht denken. An einem Orte O sei eine Röhre aufrecht im Meere angebracht, deren oberes Ende über den Wasserspiegel hinausragt, während das untere Ende bis zum Meeresboden reicht und dort durch ein Querstück mit einer zweiten in gleicher Weise am Orte W aufgestellten verticalen Röhre verbunden ist. Der Ort W liege westlich von O, und es sollen beide Orte bei gleicher geographischer Breite eine um 90° verschiedene geographische Länge haben. Wenn also in O der Mond culminirt, geht er in W gerade auf. Dann ist nach unserer vorigen Betrachtung die Schwere in O kleiner und in W gröfser als sonst, also würde das Wasser, mit welchem wir nun die

Röhren gefüllt denken, in O höher und in W tiefer stehen, als vor- und nachher. Geht der Mond auf seiner scheinbaren täglichen Bahn weiter, so wird das Wasser in den Röhren ihm folgen, in O sinken und in W steigen, bis der Mond in O untergeht und zugleich in W culminirt, und dann das Wasser wieder nach O hin fliefst. Bei der untern Culmination für O und dem Monduntergang in W ist die Vertheilung wieder dieselbe, wie wir sie zuerst sahen, und der ganze Kreislauf der Erscheinungen mufs bei einmaligem scheinbarem Umlauf des Mondes um die Erde, d. h. in je 24 Stunden 50 Minuten zweimal stattfinden, wobei stets zur Zeit des Mond-Auf- und -Unterganges das Wasser niedrig, während der obern und untern Mondculmination das Wasser hoch steht.

Statt des einen Paares aufrechter Röhren denken wir uns nun deren so viele neben einander aufgestellt, dafs sie das Meer völlig ausfüllen; so wird also das ganze Meer an der beschriebenen Bewegung theilnehmen. Und da die Röhrenwände gar keine wesentliche Rolle dabei spielen, insofern die einzelnen Wassersäulen einander gegenseitig stützen und aufrecht erhalten, so denken wir uns jetzt die Röhren ganz fort und erkennen die Erscheinung der Fluth und Ebbe, die sog. Gezeiten, als nothwendige Folge der Massenanziehung, den Mond bei seinem scheinbaren täglichen Umlauf begleitend und dabei jeden Ort der Erdoberfläche je zweimal berührend.

Was vom Monde erwiesen werden konnte, gilt nun ebenso auch von der Sonne, abweichend nur in zwei Dingen. Erstens ist die Sonnenwirkung kleiner, und zwar nicht völlig halb so grofs als die Mondwirkung, und zweitens findet die Sonnen-Fluth und -Ebbe je zweimal in 24 Stunden statt, weil dies die Dauer des scheinbaren täglichen Sonnenlaufes um die Erde ist.

Die Mondfluth ist also die stärkere. Zu ihr gesellt sich die Sonnenfluth mit einem zeitlichen Abstande, dessen Betrag wechselt. Zweimal in jedem Monat fallen beide Fluthen zusammen, nämlich wenn Sonne und Mond von der Erde aus in der gleichen Richtung erscheinen, d. i. beim Neumond, und wenn beide auf entgegengesetzten Seiten der Erde stehen, also zur Zeit des Vollmonds. In diesen beiden Zeitpunkten, welche man die Syzygien nennt, culminiren Sonne und Mond zugleich, beim Neumond fallen ihre gleichnamigen (oberen oder unteren) Culminationen zusammen, beim Vollmond die entgegengesetzten. Die Fluthbewegung zur Zeit der Syzygien ist daher als Summe von Mond- und Sonnenwirkung besonders grofs, man bezeichnet sie als Springfluth. Ebenso oft findet natürlich der ent-

gegengesetzte Fall statt, nämlich Zusammenfallen der Mondfluth mit der Sonnenebbe und umgekehrt, wobei die wirklich auftretende Fluthbewegung der Differenz von Mond- und Sonnenwirkung entspricht. Dies geschieht, wenn Sonne und Mond dem Erdenbewohner um einen rechten Winkel auseinander zu stehen scheinen, so dafs das eine Gestirn culminirt, wenn das andere auf- oder untergeht. Es ist leicht ersichtlich, dafs diese Stellung, welche man Quadratur nennt, zur Zeit des Halbmondes stattfindet, und dafs die Fluthbewegung alsdann eine besonders kleine sein mufs. Demgemäfs bezeichnet man sie als Nippfluth.

Die hierin liegende Verschiedenheit, nach welcher allmonatlich zwei gröfste (Spring-) und zwei kleinste (Nipp-) Fluthen stattfinden, führt den Namen der halbmonatlichen Ungleichheit.

Eine andere Ungleichheit hängt mit der Verschiedenheit der Höhen zusammen, in welchen die obere und untere Culmination der Gestirne stattfindet. Wenn z. B. für den Ort A unserer Figur der Mond bei seiner oberen Culmination das Zenith erreicht, so steht er bei der unteren Culmination für A des gleichen Tages im Zenith desjenigen Ortes A, welcher mit A auf dem gleichen Parallelkreis und um 180^0 von A entfernt liegt, also um so weiter entfernt vom Nadir B des Ortes A, je gröfser die geographische Breite von A ist. Und wenn umgekehrt die untere Mondculmination für A im Nadir, also über B, stattfindet, bleibt der Mond bei seiner oberen Culmination über B um so weiter vom Zenith des Punktes A entfernt. Beides geht aus der scheinbaren täglichen Mondbahn hervor, welche über den Orten des Parallelkreises A A, resp. B B, hinführt. Nun ist aber die Höhe der Fluthbewegung am gröfsten, wenn die Culmination im Zenith resp. Nadir stattfindet, und um so kleiner, je weiter entfernt von diesen beiden Punkten die Culmination stattfindet. Also können die beiden Fluthen desselben Tages nie gleich hoch sein, ausgenommen für Orte des Aequators. Diese Verschiedenheit wird als die tägliche Ungleichheit der Gezeiten bezeichnet, und ihr Betrag wächst, wie leicht einzusehen ist, mit der geographischen Breite.

Als fernere Ungleichheiten seien noch diejenigen erwähnt, welche aus der wechselnden Deklination von Sonne und Mond und der hieraus entstehenden Aenderung in der Culminationshöhe hervorgehen, sowie die Unterschiede der Gezeitenhöhe, welche dem Wechsel des Abstandes der Erde von Sonne und Mond entsprechen. In der oben ausgeführten Berechnung wurden die Mittelwerthe dieser Abstände zu Grunde gelegt; eine genauere Berücksichtigung der zeitlich wechseln-

den Entfernungen müfste ebenfalls zeitliche Ungleichheit der Fluthhöhen ergeben.

Was endlich die Höhe der Fluthbewegung betrifft, so haben wir ja berechnet, dafs die Schwere um ein Zehnmilliontel ihres Werthes durch die Mondwirkung verändert werden kann. Um den gleichen Bruchtheil mufs sich naturgemäfs auch die Höhe der Wassersäule in den vorher betrachteten Röhren, mithin auch die Meerestiefe überhaupt ändern. Dies würde ein Durchschnittswerth sein, denn zur Mondwirkung tritt zwar die Sonnenwirkung hinzu, aber abwechselnd als Vermehrung oder Verminderung, so dafs die durchschnittliche Fluthhöhe dadurch nicht beeinflufst wird. Dieselbe erscheint also als eine von der Meerestiefe abhängige Gröfse. Wäre die Erde von einer gleichmäfsigen Wasserschicht bedeckt, deren Tiefe etwa 7 Kilometer betrüge, so wäre die Fluthhöhe, d. h. der Unterschied des Wasserspiegels bei Fluth und bei Ebbe, 0,7 Millimeter unter der Voraussetzung, dafs der Mond im Zenith culminirte. Wenn zugleich auch die Sonne im Zenith oder Nadir culminirte, könnte als höchstmöglicher Betrag etwa 1 Millimeter ausgerechnet werden. In Wirklichkeit finden wir aber ganz andere Verhältnisse vor, denn überall ist die gemessene Fluthhöhe viel gröfser; auf einzelnen einsam liegenden Inseln beträgt die Fluthhöhe 70 cm, (St. Helena, Ascension), im Golf von St. Malo erreicht sie 14 bis 15 m, in der Fundy-Bay über 21 m. Und dabei ist namentlich in der Nähe der Küsten, wo doch vorzugsweise hohe Fluthen auftreten, die Meerestiefe viel geringer, als die von uns angenommene Zahl von 7 Kilometern.

Es ist eben in Wirklichkeit nicht, wie wir vereinfachend annahmen, das Meer gleichmäfsig über die Erdoberfläche verbreitet, sondern in wechselnder Tiefe und durch Ländermassen unterbrochen. Demnach kann die Fluthwelle nicht ungehindert nach Westen mit Mond oder Sonne fortschreiten, sondern sie wird durch die Form des Meeresbodens vielfach verändert und abgelenkt, sie brandet ferner gegen die Ostküsten der Continente und mufs an diesen entlang Auswege suchen, es vereinigen sich auch vielfach primäre mit abgelenkten Fluthbewegungen, und so entsteht eine Gesamtheit von Fluthcrscheinungen, die nur auf dem hohen Meere den vorausgehenden Betrachtungen einigermafsen entspricht. Da man aber auf hoher See keine genauen Fluthmessungen anstellen kann, sondern dazu eines auf dem Lande liegenden Vergleichspunktes bedarf, so sind alle unsere Messungen der Fluthhöhe auf die Nähe der Continente oder Inseln beschränkt. Und auch die kleinste Insel setzt eine flache Stelle im

Meer voraus, denn sie ist ja der über den Wasserspiegel emporragende Gipfel eines auf dem Meeresboden stehenden Berges. Somit ist die Gestalt des Meeresbodens unregelmäfsig und die Gezeitenhöhe eine andere in der Nähe von Inseln, als auf hohem Meere bei erheblicher und gleichmäfsiger Tiefe. Wo aber die westwärts schreitende Fluthwelle von einer Küste an der Fortbewegung gehindert wird, da steigt das Wasser, welches ja etwa 6 Stunden lang von Osten herbeiströmt, höher und sinkt bei der entgegengesetzten Bewegung der Ebbe nachher auch tiefer, als bei freier Bewegung im offenen Meere. Ebenso wird bei nur theilweiser Hinderung des Fortschreitens durch flache Meerestheile die Fluthhöhe gröfser ausfallen müssen, als in gleichmäfsiger Tiefe. Die Gesamtheit der wirklichen Gezeiten mit ihren ursprünglichen, abgelenkten und reflectirten Strömungen, die alle je nach dem Ort ihres Zustandekommens und der Dauer ihres Verlaufs verschieden sind, theoretisch herzuleiten, erscheint nicht ausführbar. Man hat aber auf Grund der Erfahrung genaue Angaben über die Höhe und Eintrittszeit der Fluthwelle an allen irgendwie wichtigen Küstenpunkten zusammengestellt und bezeichnet darin als Fluthhöhe den mittlern Unterschied der Wasserstände bei Fluth und bei Ebbe, sowie als Hafenzeit diejenige Dauer, um welche die höchste Fluth gegen die Mondculmination verspätet ist. Wie sehr die Hafenzeit von der Küstenform abhängt, bedarf nach dem Vorhergehenden wohl keiner Erläuterung.

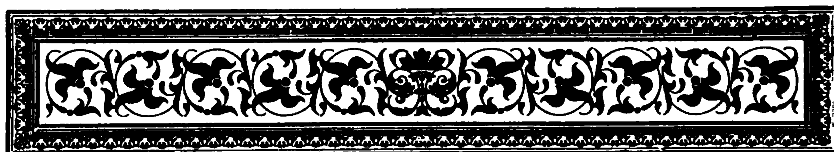
Dagegen ist es vielleicht von Interesse zu sehen, wie das Fehlen einer erheblichen Gezeitenbewegung in der Ostsee aus den vorstehenden Erwägungen folgt. Wäre die Ostsee kein Binnenmeer, sondern ein Theil des Oceans, so würde wegen ihrer Kleinheit die ganze Fläche beinahe gleichzeitig von der nämlichen Gezeitenphase erreicht werden. Der gröfste in Betracht kommende Zeitunterschied (etwa Petersburg-Kopenhagen) beträgt weniger als $1^1/_4$ Stunde, also können bedeutende Unterschiede in der Schwerkraft und in der Höhe des Wasserstandes zu keiner Zeit auftreten, vielmehr würde die ganze Ostsee auch bei offener Verbindung mit dem Ocean immer nahezu den gleichen Wasserstand in allen ihren Theilen haben und könnte fast nur als Ganzes auf- und niederschwanken. Diese Möglichkeit ist aber wiederum ausgeschlossen durch die umgebenden Ländermassen, welche jeden Zu- und Abfluss beinahe vollkommen hindern, denn nur gegen Westen hin ist ja eine überdies noch recht unbedeutende Verbindung mit dem Ocean vorhanden. Und daraus geht hervor, dafs die Ostsee nur sehr geringe Fluthbewegung haben kann. In Ueber-

einstimmung hiermit ergiebt die Erfahrung, dafs die Höhe des Fluthwechsels, als Mittelwerth aus vielen einzelnen Pegelmessungen berechnet, in Wismar 9 Centimeter beträgt, in Travemünde 8, auf Rügen 3—4, in Swinemünde 3, in Memel nur 1 Centimeter, also mit wachsender Entfernung von der Nordsee (nach Osten hin) immer kleiner wird.[1])

[1]) Hagen, Abhandl. d. Kgl. Ak. d. Wiss. zu Berlin, 1857. Mathem. Abh. 23—39.

(Schlufs folgt.)





Die Untersuchungen Montignys über das Funkeln der Sterne.

Von Dr. L. de Ball, Astronom an der Sternwarte zu Lüttich.

(Schlufs.)

Die aus den Beobachtungen abgeleitete Thatsache, dafs das Funkeln durch atmosphärische Verhältnisse beeinflufst wird, hat nichts Auffälliges an sich; höchst merkwürdig aber ist die Erscheinung, dafs auch bei dem Auftreten magnetischer Störungen ein auffallendes Wachsen der Intensität des Funkelns eintritt. Schon einige Beobachter im hohen Norden fanden aus Beobachtungen mit blofsem Auge, dafs zur Zeit eines Nordlichtes die Sterne viel lebhafter funkeln als sonst. Dies wurde von Prof. Montigny mit Hülfe des Scintillometers gelegentlich der Nordlichter vom 5. April 1870, 1. Juni 1878, 3. Januar 1881 und 2. Oktober 1882 vollauf bestätigt. Es ergaben sich die folgenden Werthe für die Intensität des Funkelns am Abende des Nordlichtes und an dem diesem folgenden oder vorhergehenden Abende ohne Nordlicht:

				Intensität des Funkelns.
1870,	April	5.	Nordlicht	90
	„	6.		69
1878,	Juni	1.	Nordlicht	72
	Mai	31.		58
1881,	Januar	31.	Nordlicht	110
	Februar	1.		55
1882,	October	2.	Nordlicht	131
	„	3.		71

Es bedarf aber nicht des Nordlichts, um die Intensität des Funkelns wachsen zu lassen, sondern jede auftretende magnetische Störung genügt, um diese Wirkung hervorzubringen. Auf diese Erscheinung wurde Montigny zuerst im Juli 1881 aufmerksam, wo er am 2. d. Mts. inmitten einer trockenen Periode einen hohen Werth für die Intensität (95) beobachtete, während diese sich am 1. nur zu 29 und am 4. (dem nächstfolgenden Beobachtungstage) zu 26 ergeben hatte. Der Zustand der Atmosphäre liefs dieses Anwachsen der Intensität nicht

erklären, doch das meteorologische Bulletin vom 4. Juli enthielt die Notiz, dafs gerade zur Zeit der Beobachtungen Montignys, am 2. Juli eine starke magnetische Störung stattgefunden hatte. Wenige Tage darauf, am 12. Juli fand wiederum ein solches sonderbares Zusammentreffen statt. Am 11. Juli war die Intensität 37, am 12. Juli 120 und am 13. Juli 30; dabei war die Witterung trocken, die Luft ruhig, aber abermals hatte nach den späteren Mittheilungen der Brüsseler Sternwarte — zur Zeit der Montignyschen — Beobachtungen vom 12. Juli — die Magnetnadel eine starke Abweichung von ihrer normalen Lage erfahren. Die Nachforschungen, ob vielleicht zu den genannten Zeiten in nördlichen Gegenden ein Nordlicht beobachtet worden wäre, gaben negative Resultate, und dies veranlasste nun Montigny unter seinen zwischen 1881 und 1883 angestellten Beobachtungen diejenigen aufzusuchen, welche mit dem Auftreten einer magnetischen Störung zusammengefallen waren. Diese Beobachtungen wurden in zwei Gruppen getheilt, jenachdem sie bei trockener oder bei feuchter Witterung angestellt waren; eine Beobachtung wurde als der ersten Gruppe angehörig betrachtet, wenn weder am Tage der Beobachtung selbst, noch an einem der zwei folgenden Tage Regen gefallen war. Die Resultate sind von Montigny mit grofser Ausführlichkeit mitgetheilt, doch müssen wir uns hier darauf beschränken nur das folgende Täfelchen wiederzugeben (Influence des perturbations magnétiques sur la scintillation des étoiles p. 30):

1. Trockene Periode. Intensität des Funkelns: am Tage einer magnetischen Störung		1. Trockene Periode. Intensität des Funkelns: an benachbarten Tagen		2. Regnerische Periode. Intensität des Funkelns: am Tage einer magnetischen Störung		2. Regnerische Periode. Intensität des Funkelns: an benachbarten Tagen	
1881, 31. Jan.	110	1881, 1. Febr.	55	1881, 18. Nov.	118	1881, 17. Nov.	110
4. Juni	43	3. Juni	30	23. „	161	24. „	94
2. Juli	95	1. Juli	29	1882, 20. April	144	1882, 19. April	64
12. „	120	11. „	37	1. Mai	150	30. „	139
8. Nov.	85	9. Nov.	52	1. Oct.	102	3. Oct.	71
23. Dec.	129	22. Dec.	74	2. „	130	3. „	71
1882, 6. Febr.	77	1882, 8. Febr.	46	1883, 25. Jan.	180	1883, 23. Jan.	118
9. März	100	8. März	85	26. März	122	28. März	81
1883, 3. Febr.	155	1883, 5. Febr. (Morgens)	59	24. April	158	25. „	59
4. „	190	5. Febr. (Abends)	48	8. Juli	158	9. Juli	68
3. April	96	4. April	46	30. „	137	29. „	97
21. Mai	46	22. Mai	26	19. Sept.	112	17. Sept.	70
15. Sept.	65	14. Sept.	26	25. Oct.	144	14. Oct.	104
Mittel . . .	101	Mittel . . .	50	Mittel . . .	141	Mittel . . .	90

Differenz der Mittel: 51   Differenz der Mittel: 51

Zu den der trockenen Periode angehörigen Beobachtungen ist Folgendes zu bemerken. Die am 2., 3., 4. und 5. Juni 1881 beobachteten Intensitäten sind bez. 25, 30, 43, 58; am 6. Juni tritt Regen ein und eine cyklonische Bewegung passirt Belgien. Diesen letzteren Umständen kann also das überhaupt unbedeutende Steigen der Intensität zugeschrieben werden. Die im Februar 1883 gemachten Beobachtungen stehen unter dem Einflusse von anscheinend erheblichen Depressionen; am 5. Februar Morgens wurden zwar die Unregelmäfsigkeiten der Curven des Magnetographen viel geringer (sie bestehen also doch noch!), aber gleichzeitig scheint sich auch die Atmosphäre beruhigt zu haben. Ferner wurden am 31. Januar 1881 und 4. Februar 1883 in Brüssel ein Nordlicht beobachtet, am 8. März 1882 im Bottnischen Meerbusen. Endlich liegt am 8. März eine Depression im Norden Skandinaviens, am 9. im Norden Schottlands, so dafs es wenigstens fraglich erscheint, ob das nur schwache Zunehmen der Intensität des Funkelns nicht von dem Näherrücken der Depression herrührt. — Sieht man nun von den genannten Fällen ab, so bleiben doch noch 8 Fälle übrig, die uns mit gröfserer oder geringerer Wahrscheinlichkeit den Grund des Wachsens der Intensität des Funkelns in dem Auftreten einer nicht gleichzeitig von einem Nordlicht begleiteten magnetischen Störung suchen lassen.

Die in eine regnerische Periode fallenden Beobachtungen stehen sämtlich unter dem Einflusse von Depressionen, und wenn es auch schon in einigen Fällen s c h e i n t, als ob man eine gröfsere Intensität des Funkelns auf Rechnung einer magnetischen Störung setzen kann, so nöthigt in der Mehrzahl der Fälle nichts, in der Aenderung der Intensität etwas Anderes als den Einflufs einer Depression bez. des Verschwindens derselben zu suchen. So wird z. B. für den 23. November 1881 eine m e r k b a r e Störung der Magnetnadel zur Zeit der Beobachtung gemeldet; gleichzeitig ist eine tiefe Depression vorhanden, deren Centrum am 22. bei den Shetlands Inseln lag und sich von da nach Nordosten bewegte; die Höhe des zwischen dem 23. und 24. Morgens gefallenen Regens ist 7. 1 mm. Am 24. herrschte in Centraleuropa schönes Wetter. Ferner ist am 23. Januar 1883 der Luftdruck in ganz Europa stark, doch herrscht auf dem Atlantischen Ocean zur Seite von Schottland niedriger Barometerdruck. Das Bulletin vom 25. meldet, dafs der Sturm, der am 24. im Westen wüthete, sich auf den gröfsten Theil von Europa ausdehnte. Im ersten Beispiel tritt also nach einer stürmischen Witterung die Ruhe ein, im zweiten folgt auf Ruhe der Sturm; im ersten Falle nahm die Intensität

des Funkelns ab, im zweiten zu, ganz so, wie das von Montigny auch bei Gelegenheit von Depressionen, welche nicht mit einer magnetischen Störung zusammenfielen, beobachtet wurde. Wir müssen es uns hier versagen, alle von Montigny zum Beweise des Einflusses einer magnetischen Störung auf das Funkeln angeführten Beispiele durchzugehen; die erwähnten genügen, um zu zeigen, dafs seine Beweisführung stellenweise an Strenge zu wünschen übrig läfst.

Die am Schlusse der obigen Tafel gegebenen Mittelzahlen und ihre Differenzen sollen nach Montigny den Schlufs begründen, dafs, im Mittel aus einer hinreichend grofsen Zahl von Beobachtungen, der Zuwachs der Intensität des Funkelns an solchen Tagen, an denen eine magnetische Störung stattfindet, gegenüber den benachbarten Tagen ohne magnetische Störung, derselbe ist, sei es, dafs die Beobachtungen in eine trockene oder in eine regnerische Periode fallen. Von den mancherlei, theilweise in den vorigen Bemerkungen begründeten Einwänden, welche sich gegen diesen Schlufs machen lassen, wollen wir hier nur einen erwähnen. Da sich die Aenderung der Intensität des Funkelns für eine Reihe der zur regnerischen Periode gehörigen Beobachtungen zum Theil wenigstens aus dem Einflusse einer Depression erklären läfst und nicht ganz der magnetischen Störung zugeschrieben werden kann, so hätte Montigny aus dem Umstande, dafs der von beiden Ursachen herrührende Zuwachs der Intensität des Funkelns in einer Regenperiode derselbe ist als zu einer trockenen Zeit, schliefsen müssen, dafs der von der magnetischen Störung bewirkte Zuwachs zu ersterer Zeit kleiner ist als zu der zweiten. In Wirklichkeit gestatten die Beobachtungen weder den einen noch den andern Schlufs.

Herr Prof. Montigny erörtert noch die Frage, ob im Mittel aus vielen Beobachtungen die Intensität des Funkelns dieselbe ist für die verschiedenen Himmelsrichtungen. Dieser Untersuchung liegen alle Beobachtungen zu Grunde, welche Montigny von 1880 an gemacht hat, d. h. seit der Zeit, wo zuerst die Himmelsgegend, in der die Beobachtung geschah, im Tagebuche verzeichnet wurde. Die Zahl der Beobachtungsabende beläuft sich bis Ende 1888 auf 986. Aufser den Gesamtmitteln wurden noch Partialmittel gebildet für die in eine trockene Periode fallenden Beobachtungen und für 177 mit einer Depression coincidirende, wenn dabei die Intensität des Funkelns den Werth 120 überstiegen hatte.

So ergab sich:

Mittlere Intensität des Funkelns

	Norden	Osten	Süden	Westen	Zahl der Abende
Bei trockener Witterung . .	77	69	66	65	327
Ohne Unterschied der Witterung	107	95	90	89	986
Bei Depressionen	170	149	141	136	177

Hierbei ist zu bemerken, dafs für die Richtung Norden alle Beobachtungen zugezogen sind, welche zwischen Nordwest und Nordost angestellt sind; eine entsprechende Bemerkung gilt für die übrigen Richtungen.

Die zu der trockenen Periode gehörigen Beobachtungen wurden auch nach Jahreszeiten geordnet und gaben dann die folgenden Mittelwerthe:

Intensität des Funkelns bei trockener Witterung im

	Norden	Osten	Süden	Westen	Mittel	Mittlere Temperatur
Frühjahr . .	77	63	60	59	64	9°.5
Sommer . .	68	53	54	57	58	17°.8
Herbst . . .	76	72	72	64	71	10°.7
Winter . . .	89	87	78	82	84	3°.1
Mittel:	77	69	66	65		

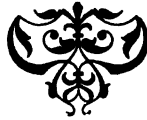
Die vorstehenden Zahlen lassen wiederum das starke Anwachsen der Intensität bei feuchter Witterung und namentlich bei Depressionen erkennen, ferner den Einflufs der Temperatur, indem für jede Himmelsrichtung das Funkeln im Sommer bedeutend geringer ist als im Winter. Man erkennt auch, dafs im allgemeinen die Intensität des Funkelns keine grofsen von der Himmelsgegend abhängigen Unterschiede aufweist; nur für die Richtung Norden, d. h. für die zwischen Nordwesten und Nordosten liegenden Richtungen scheint ein Wachsen der Intensität stattzuhaben. Namentlich stark zeigt sich diese Erscheinung bei den 177 Depressionen, und wird speziell für diese von Montigny mit dem Umstande begründet, dafs dieselben in der überwiegenden Anzahl nördlich von Belgien passiren. Ein Maximum der Intensität des Funkelns im Norden zeigt sich aber auch bei den Beobachtungen, welche in eine trockene Periode fallen. Diesen Umstand sucht Montigny durch die Annahme zu erklären, die nach Norden gelegenen höheren Luftschichten seien merklich kälter als die übrigen Nun ist aber zufolge der genannten Beobachtungen die Intensität des Funkelns im Norden, gegenüber der nach anderen Richtungen hin stattfindenden, um 10 Einheiten gröfser, und dem würde nach der früher gegebenen Tafel, welche die Abhängigkeit der Intensität von der Temperatur

zeigt, ein Temperaturunterschied der entsprechenden Luftschichten von mehreren Graden entsprechen! Richtiger dürfte es sein, zur Erklärung des stärkeren Funkelns der Sterne im Norden diejenigen Depressionen heranzuziehen, welche nicht von Niederschlägen begleitet waren und welche, wenn sie schon die Intensität des Funkelns steigerten, diese doch nicht den hohen Werth 120 erreichen liefsen; alle zur Zeit solcher Depressionen angestellten Beobachtungen sind ja als einer trockenen Periode angehörig betrachtet und nur diejenigen, welche die Intensität bis über 120 wachsen liefsen, sind oben besonders behandelt worden. In der Mehrzahl der Fälle aber kommen uns die Depressionen von Westen und Nordwesten zu, und das Minimum zieht, wie schon bemerkt, vielfach nördlich von uns vorbei; dabei ist zufolge der Montignyschen Beobachtungen das Funkeln nach der Richtung, wo das Minimum liegt, bezüglich nach den benachbarten Richtungen, besonders lebhaft. Aufserdem ist auch noch daran zu erinnern, dafs verschiedentlich in nördlichen Gegenden ein Nordlicht sichtbar ist, ohne dafs wir hier dasselbe als solches erkennen; das schliefst aber nicht aus, dafs das Scintillometer seine Anwesenheit durch vermehrte Intensität des Funkelns nach Norden hin verräth. — Montigny will in den Zahlen des letzten Täfelchens noch andere Gründe zu der Annahme erblicken: „dafs selbst zu den für astronomische Beobachtungen günstigsten Zeiten die Temperatur der höheren Luftschichten (oberhalb Brüssel) strenge genommen nicht dieselbe sei für alle Himmelsrichtungen" und er wirft dann die Frage auf, ob nicht die astronomische Refraktion aufser von der Zenithdistanz auch von dem Azimuth des Sternes abhänge. Es ist aber klar, dafs, wenn man aus dem Umstande, dafs die beobachteten Werthe der Intensität für die einzelnen Himmelsgegenden nicht genau dieselben sind, einen Schlufs auf die verschiedene Temperatur der höheren Luftschichten nach verschiedenen Azimuthen ziehen will, man die Sicherheit jener Werthe zu untersuchen und zu beweisen hat, dafs die vorhandenen unbedeutenden Unterschiede nicht auf anderem Wege erklärt werden können. Bezüglich der Sicherheit der Resultate sei noch folgendes bemerkt. Die im letzten Täfelchen von Montigny angeführten mittleren Temperaturen der Luft in Brüssel sind abgeleitet aus den meteorologischen Beobachtungen der Brüsseler Sternwarte von 1833—1883; auf Grund dieser Zahlen und der für die Intensität gefundenen Werthe stellt Montigny die Behauptung auf, dafs die mittleren den vier Jahreszeiten entsprechenden Intensitäten des Funkelns regelmäfsig den Veränderungen der mittleren Temperatur

derselben folgen. Nun ist aber nach Obigem die mittlere Temperatur der Luft im Herbst um 1°.2 höher als im Frühjahr; die Intensität des Funkelns müfste somit im Herbst geringer sein als im Frühjahr, während sie nach den Beobachtungen Montignys um 7 Einheiten gröfser ist. Sollte sich nun ergeben, dafs von den dem Herbst und Frühjahr entsprechenden mittleren Temperaturen zur Zeit der Montignyschen Beobachtungen ebenfalls die erstere höher ist als die zweite, so würden die von Montigny abgeleiteten mittleren Werthe der Intensität mit der bekannten Thatsache im Widerspruch stehen, dafs die Intensität des Funkelns abnimmt, wenn die Temperatur der Luft steigt, und man wird geneigt sein, diesen Widerspruch weniger den Beobachtungen selbst als dem Mangel einer strengen Bearbeitung derselben zur Last zu legen. — Zum Schlusse ist noch zu erwähnen, dafs Montigny genöthigt war, seine Beobachtungen in der Nähe einer grofsen Stadt anzustellen; dieser Umstand ist namentlich mifslich, wenn es sich um so feine Untersuchungen wie das Verhalten des Funkelns nach verschiedenen Himmelsgegenden handelt.

Indem wir hiermit die Besprechung der hauptsächlichsten Arbeiten Montignys über seine mit dem Scintillometer angestellten Beobachtungen beschliefsen, geziemt es sich wohl, bewundernd die grofse Ausdauer anzuerkennen, mit der Herr Prof. Montigny sich nun schon seit 19 Jahren den betrachteten Untersuchungen hingiebt. Zum Theil liefern diese zwar nur eine Bestätigung von bekannten Thatsachen, doch haben sie auch einige neue Ergebnisse zu Tage gebracht und enthalten aufserdem für spätere Forschungen mehrere werthvolle Fingerzeige. Das von Montigny erfundene Scintillometer ergiebt sich nach allem als ein brauchbares Instrument; zieht man dabei die grofse Einfachheit seiner Construktion und die Leichtigkeit seiner Handhabung in Betracht, so ist es gewifs zu wünschen, dafs das Scintillometer eine weitere Verbreitung finden möge, namentlich im Kreise der Liebhaber der Wissenschaft, für die es wie geschaffen erscheint. Es ist keine Frage, dafs eine mit Sorgfalt und Umsicht ausgeführte Beobachtungsreihe und eine daran sich anschliefsende eingehende Diskussion manche für die reine Wissenschaft sowohl als für die Wetterprognose und damit für das praktische Leben wichtige Resultate ergeben würde. Wie man aus dem Inhalte des vorstehenden Artikels erkennt, hat Montigny seinen Nachfolgern vieles zu thun übrig gelassen. Man darf sich vor allem nicht mit dem Nachweise begnügen, dafs die Beobachtungen mit dem Scintillometer den theilweise bereits bekannten Einflufs von gewissen Bedingungen auf das

Funkeln bestätigen, sondern mufs mit Hülfe der Beobachtungsdaten das Gesetz dieses Einflusses zu entdecken suchen. In mehreren Fällen wird eine passende Gruppirung der Beobachtungen zunächst zu Näherungsformeln für die Wirkung einiger der verschiedenen Ursachen führen; mit ihrer Hülfe läfst sich dann bei ungleichartigen Beobachtungen der Einflufs der bereits betrachteten Ursachen mehr oder weniger eliminiren, und indem man so mit den einfachsten Fällen beginnend zu komplicirteren fortschreitet, wird man in der Verbindung der Beobachtungen untereinander die Mittel erlangen, die bereits gewonnenen Resultate zu verfeinern und neue abzuleiten. Dafs sich bei diesen Untersuchungen über eine von so manchen und theilweise gleichzeitig wirkenden Ursachen abhängende Erscheinung der Forschung mitunter grofse und unter Umständen augenblicklich vielleicht unübersteigliche Schwierigkeiten in den Weg legen werden, liegt in der Natur der Sache; doch bildet diese Aussicht nur einen Sporn mehr, die Arbeit zu beginnen.





Die Urania nach ihrer Fertigstellung.

Bericht des Direktors **Dr. M. Wilhelm Meyer.**

Als ich vor mehr als einem Jahre in dem erst erschienenen Hefte der gegenwärtigen Zeitschrift von den Zukunftsplänen unserer Gesellschaft etwas erzählte, war das stattliche Gebäude der Urania, das nun seit mehr als einem halben Jahre seiner Bestimmung übergeben worden ist, im Rohbau noch nicht vollendet. Wie sich inzwischen das Bild der Anstalt, welche vielwärts im Auslande und auch jenseits des Ozeans als nachahmungswürdig befunden worden ist, entwickelt und gegen unsere ursprünglichen Pläne erweitert hat, will ich gegenwärtig berichten, da wohl vorauszusetzen ist, dafs aufser unseren Aktionären, denen die Direktion in dieser Zeitschrift als dem Organ der Gesellschaft, Bericht zu erstatten verpflichtet ist, auch unsere rings über den Planeten verstreuten Abonnenten sich für die zum Theil recht eigenartigen Einrichtungen unserer Anstalt interessiren werden.

Die äufsere Form des Gebäudes hat in der Ausführung nur sehr unwesentliche Veränderungen gegen die auf Seite 33 des ersten Jahrgangs unserer Zeitschrift gegebene Abbildung erfahren, welche letztere nach den Bauplänen entworfen worden war. Nur ist der Charakter der Façade dadurch etwas verändert, dafs die beiden kleineren, an beiden Enden der Plattform aufgestellten Kuppeln beträchtlich gröfser ausgeführt wurden als die Zeichnung zeigt. Sie halten in Wirklichkeit vier Meter im Durchmesser, sind also halb so grofs als die Hauptkuppel. Es sei jedoch hier gleich eingeschaltet, dafs der Anblick dieser Façade sowohl in unserer Abbildung wie in der Wirklichkeit, über die eigentliche Gröfse des Gebäudes wesentlich täuscht und zwar in dem Sinne, dafs jeder Besucher recht verwundert ist über die weiten Räumlichkeiten, welche das Gebäude in der That umschliefst.

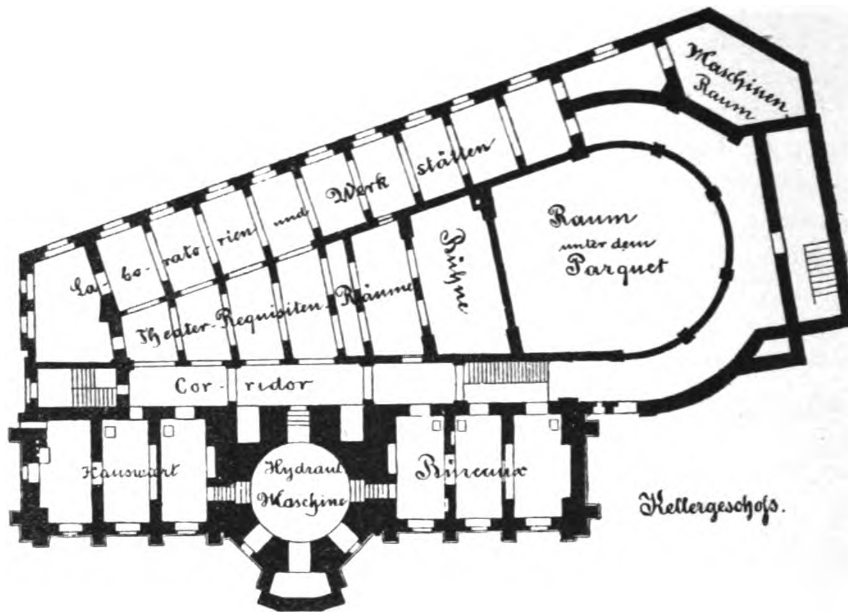
Ich füge zur näheren Orientirung einen Grundrifs vom Keller und Erdgeschofs des Gebäudes bei und mag noch hinzugesetzt werden, dafs es 101 verschliefsbare Zimmerthüren besitzt.

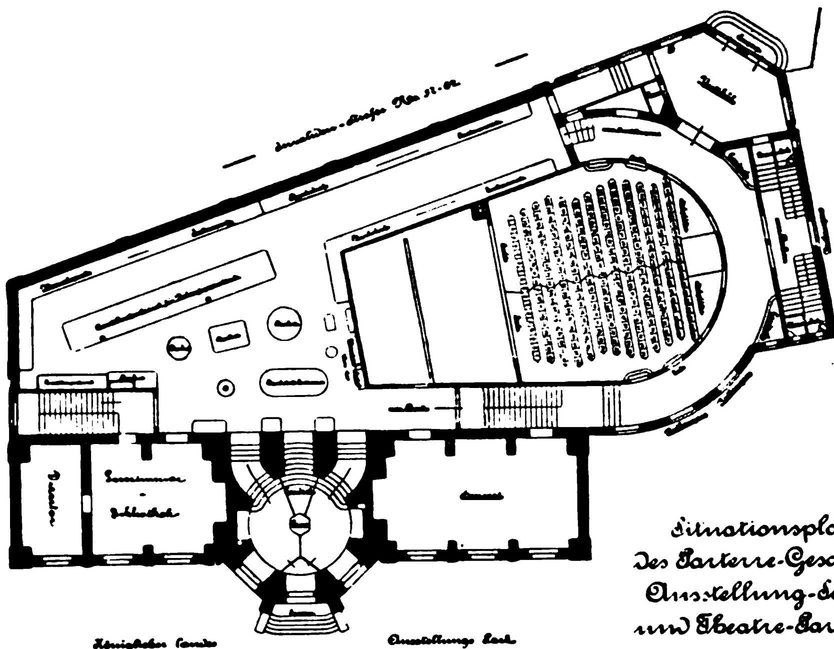
Unter der Oberleitung des Geh. Ober-Regierungs-Rathes im Kgl. Unterrichts-Ministerium, Herrn Spieker, dem die Erlaubnifs dazu besonders vom Herrn Unterrichtsminister ertheilt worden war, wurden die Pläne des Gebäudes von Herrn Landbauinspektor Ditmar ausgearbeitet, unter dessen Leitung der Bau von dem Regierungsbaumeister Andree ausgeführt wurde. Am 7. Juli 1888 wurde der erste Spatenstich zur Aushebung des Grundes gemacht, genau ein Jahr darauf fand die baupolizeiliche Uebergabe des Gebäudes an den Vorstand der Gesellschaft statt. Am 1. Juli 1889 wurde die Anstalt vor einem geladenen Publikum und den Aktionären eröffnet, am 2. Juli wurde das Publikum zugelassen und seitdem haben bis zum Ende des Jahres etwa 60000 Personen die Anstalt besucht. Was wir in derselben unseren Gästen bieten, was sich von den vor mehr als Jahresfrist gehegten Hoffnungen und Zukunftsplänen in der That verwirklicht hat, davon möchte ich hier nun in kurzem allgemeinem Ueberblick reden.

Die Anstalt gliedert sich in fünf Hauptabtheilungen, denen sich die Redaktion der Zeitschrift anschliefst: Die astronomische, physikalische, mikroskopische, die Abtheilung für Präzisionsmechanik und das wissenschaftliche Theater. Jede dieser Abtheilungen, mit Ausnahme der für Präzisionsmechanik, wird im besondern von einem Oberbeamten, dem Abtheilungsvorstande, verwaltet. Vorstand der astronomischen Abtheilung ist gegenwärtig Herr Dr. F. Körber, nachdem Herr Dr. M. Zwink, welcher zuerst diese Stellung bekleidete, nach Strafsburg als Assistent dieser Sternwarte abberufen worden ist. Ihm stehen als wissenschaftliche Mitarbeiter zur Seite die Herren F. S. Archenhold und Dr. P. Schwahn, welcher letztere namentlich die geophysische Seite unserer Aufgaben populär behandelt. Aufserdem helfen, besonders an klaren Abenden, bei der Unterweisung des Publikums im Gebrauch der astronomischen Instrumente einer oder mehrere jüngere Astronomen mit.

Die physikalische Abtheilung entstand unter der wissenschaftlichen Oberleitung des Herrn Professor E. Goldstein. Abtheilungsvorstand derselben war zuerst der Experimental-Physiker Herr G. Amberg, gegenwärtig steht Herr P. Spies derselben vor, mehrere junge Physiker unterstützen ihn bei der Instandhaltung der Instrumente und der Ueberwachung des Gebrauchs derselben seitens des Publikums.

0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 30 Meter





Die wissenschaftliche Oberleitung der mikroskopischen Abtheilung hat Herr Hofrath Professor Dr. W. Preyer freundlichst übernommen, dem bis Ende 1889 Herr F. Dreyer als Abtheilungsvorstand unterstellt war; letzterer hat inzwischen seine Stellung verlassen, ohne dafs dieselbe bisher wieder besetzt worden wäre.

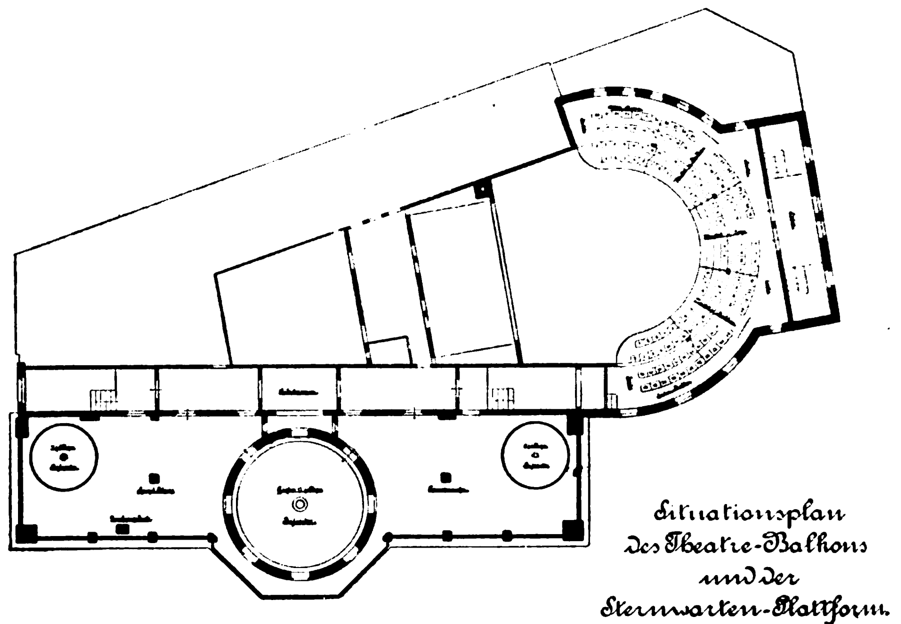
Vorstand des wissenschaftlichen Theaters ist der Maler Herr W. Kranz, welchem die malerische Ausstattung, Inscenirung und Regie, endlich die Ueberwachung der komplizirten Maschinerien der hier aufgeführten wissenschaftlichen Ausstattungsstücke übertragen worden ist.

Zu den genannten Oberbeamten gesellt sich noch der die Kassengeschäfte, Buchführung und Hausinspektion versehende Rendant Herr Bruck, nachdem der bisherige kaufmännische Leiter und stellvertretende Direktor, Herr Hirt, aus dieser Stellung zu unserm Bedauern ausgeschieden ist. An Unterbeamten, Bureaugehilfen, Kassirern, Kontrolleuren, Saaldienern, Theaterarbeitern gehören der Anstalt noch etwa 30 Personen an, so dafs also die stattliche Zahl von einigen vierzig Beamten resp. Bediensteten, die an dem Werke der Urania mitarbeiten, zu verzeichnen ist. Nicht inbegriffen sind hier die für die Redaktion der Zeitschrift regelmäfsig mitwirkenden Personen. Dem sogenannten Redaktions-Comité gehören aufser den schon früher genannten Herren Dr. Körber, Schwahn und Archenhold noch Herr F. K. Ginzel, Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte, und Herr Dr. E. Wagner vom Kgl. meteorologischen Institute an. Der früher erwähnte Herr W. Kranz sorgt für die künstlerische Ausstattung der Zeitschrift, die bekanntlich Herr Dr. H. Paetel verlegt.

Ich will es nun versuchen, einen Ueberblick der Thätigkeit der einzelnen Abtheilungen zu geben.

Die astronomische Abtheilung verfügt zunächst bekanntlich über den grofsen Refraktor von 12 Zoll Oeffnung und 5 Meter Brennweite, welcher als der Mittelpunkt des ganzen Instituts, als das Auge desselben zu betrachten ist, durch welches der Blick des Besuchenden in die unbekannten Fernen des Universums hinausgetragen wird. Die Herstellung eines solchen Wunders der Präzisionsmechanik und seine endliche Aufstellung unter der Kuppel einer Sternwarte ist in der Regel mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft. Es ist deshalb nicht zu verwundern, dafs dieses bedeutendste Stück der Anstalt zuletzt vollendet wurde; erst gegen Ende Dezember v. J. konnte dasselbe dem Publikum zur Benutzung übergeben werden. Die Glasarten zu

dem Objektiv dieses imposanten Rüstzeugs der astronomischen Wissenschaft, welches in Deutschland nur von dem Strafsburger Refraktor an Mächtigkeit übertroffen wird, wurden nach dem bekannten Fraunhoferschen Typus in der glastechnischen Anstalt von Schott & Genossen in Jena hergestellt. Der Kühlprozefs für diese Gläser wurde mit ganz besonderer Sorgfalt durchgeführt, um auch die letzten der durch die subtilen Mittel unserer heutigen Optik zu erkennenden Spannungserscheinungen im Glase zu beseitigen. Zu diesem Ende mufsten die beiden Rohgläser dreimal wiederholt in den Kühlofen



Situationsplan des Theatre-Balkons und der Sternwarten-Plattform.

wandern. Der Schliff des Glases, sowie die Herstellung der mechanischen Theile des Instrumentes scheint, soweit sich das in der kurzen Zeit, während welcher wir im Besitze des wundervollen Instrumentes sind, beurtheilen läfst, mit besonderem Glück und grofser Sorgfalt durchgeführt zu sein. Dem Instrument ist ein mit allen Details ausgestattetes Fadenmikrometer und ein Polarisations-Helioskop beigegeben. Die Okulare, welche nach einer besondern optischen Kombination, die in einem Spezialberichte näher zu erklären ist, ausgeführt sind, gehen von 70facher bis ca. 1300facher Vergröfserung. Photographische und spektroskopische Vorrichtungen für das Instrument sind vorgesehen aber noch nicht ausgeführt. Als Neuerungen gegen andere Instrumente sind zu verzeichnen die elektrische Beleuchtung der Aufsuchungs-

kreise und des Mikrometers und endlich das gleichfalls durch Elektrizität getriebene Uhrwerk, durch welches das Instrument dem täglichen Laufe der Gestirne nachgeführt wird. Ein ähnliches Uhrwerk befindet sich aufser an dem unsrigen nur noch an dem 10zölligen Refraktor zu Genf. Die elektrische Kraft, welche aus einer noch später zu erwähnenden Akkumulatoren-Batterie entnommen wird, bewegt zunächst eine Art von kleiner Dynamomaschine, diese ein Centrifugalpendel, welches, wenn sich seine Kugeln zu weit von einander entfernen, den elektrischen Strom selbstthätig ausschaltet, wodurch die Umdrehungsgeschwindigkeit des Centrifugalpendels, die sich auf den Sector der Stundenaxe überträgt, in den gewünschten Grenzen constant erhalten wird.

Da unser Institut es sich nicht nur zur Aufgabe gesetzt hat, die Wirkungen der Naturkräfte und die Naturerscheinungen weiten Kreisen des Publikums erklärlich zu machen, sondern auch im besondern die neuesten Errungenschaften des Naturwissens und der Technik, welche dazu führen, angewandt zeigen möchte, so haben wir überall die neuesten Einrichtungen in unseren Dienst gezogen, so dafs es für den etwas tiefer in den Betrieb unserer Anstalt Blickenden ein besonderes Interesse bieten mufs, das Spiel der ineinandergreifenden Naturkräfte zu verfolgen, welche eben diesen Betrieb regeln. So arbeitet neben dem mechanischen Kunstwerk des grofsen Refraktors als Hülfsapparat zu seiner bequemeren Benutzung bei der Erforschung oder Besichtigung der Himmelsräume eine hydraulische Vorrichtung, welche in ähnlicher Art auch nur noch einmal und zwar am gröfsten auf der Erde vorhandenen Fernrohr, auf der Lick-Sternwarte in Californien, hergestellt wurde. Das Podium unter dem grofsen Instrument hebt sich, mit bis zu 20 Personen belastet, zu der jeweilig bequemsten Augenhöhe empor, ebenso kann der Spaltverschlufs der grofsen acht Meter im Durchmesser fassenden Kuppel durch diese selbe hydraulische Kraft geöffnet und die Kuppel in beliebiger Richtung um ihre Axe gedreht werden, um die Spaltöffnung in die gewünschte Sehlinie des Fernrohrs zu bringen. Durch eine eigenthümliche, gegenwärtig noch nicht vollendete Vorrichtung wird der Druck auf einen elektrischen Knopf am Okularende des Fernrohrs genügen, die grofse Kuppel in Bewegung zu setzen.

Die Sternwarte der Urania besitzt aufserdem noch fünf in ihrer Bauart und Bestimmung verschiedene, werthvolle Fernrohre. Unter der östlichen kleineren Kuppel befindet sich der 6-zöllige, in seinen optischen Theilen von Reinfelder und Hertel, in Bezug auf die

Mechanik von Heyde in Dresden hergestellte Refraktor, der mit Mikrometer und Uhrwerk versehen ist; in der westlichen Kuppel ein 4-zölliges einfaches Aequatorial, gleichfalls mit Uhrwerk. Auf der westlichen Plattform sind ferner im Freien und nur durch leinene Schutzhäuschen gedeckt, ein 6-zölliges Spiegelteleskop, nach Azimuth und Höhe beweglich, und ein $2^1/_2$-zölliges Passagen-Instrument für Zeitbestimmungen aufgestellt. Auf der östlichen Plattform befindet sich gleichfalls im Freien ein parallaktisch montirter Kometensucher von 5 Zoll Oeffnung, dessen optische Konstruktion ganz besondere Eigenthümlichkeiten aufweist. Das Objektiv ist aus sogenanntem Jenenser Spezialglas hergestellt und seine brechenden Flächen nach einem Gaufsschen Prinzip so ausgewählt, dafs die erste äufsere Fläche concav ist. Es ist durch diese Kombination ganz besonders grofse Lichtstärke bei grofsem Felde erreicht. Die vier letzterwähnten Instrumente sind, auch in ihren optischen Theilen, nebst dem „Zwölfzöller" von Carl Bamberg in Friedenau bei Berlin hergestellt.

In einem Vorraum zur grofsen Kuppel befindet sich die Hauptuhr der Sternwarte von Tiede; sie steht einerseits mit dem Chronographen in Verbindung, welcher die Sekunden der Uhr notirt, andererseits mit zwei minder guten Uhren, von denen je eine in den kleineren Kuppeln aufgestellt ist, so dafs deren Pendel sympathisch mit der Hauptuhr schwingen müssen. Mit einer dieser Uhren endlich ist ein elektrisches Zifferblatt verbunden, das in der Hauptkuppel die Sternzeit anzeigt. Von allen Beobachtungsräumen der Sternwarte gehen elektrische Verbindungen zum Chronographen, um ihn jederzeit in Thätigkeit versetzen und einen beliebigen Zeitmoment scharf fixiren zu können.

Alle diese nach neuesten Mustern getroffenen Einrichtungen sind selbstverständlich nicht nur hergestellt, um die Schaulust des uns besuchenden Publikums zu befriedigen, sie sollen auch wissenschaftlichen Unterweisungen und Untersuchungen dienen, die zweiffellos in allernächster Zeit eingeleitet werden.

Es ist eine allgemein beobachtete Erscheinung, die wir vollauf neu bestätigen können, dafs die gröfsere noch gar nicht vorgebildete Menge des Publikums von dem Besuch der Sternwarte nicht allzu sehr erbaut ist. Zwar üben die Sterne und überhaupt die Einrichtungen einer Sternwarte auf das Publikum eine sehr grofse Anziehungskraft aus; man glaubt ungeahnte Wunderdinge an den Welten über unsern Häuptern im Fernrohr mühelos sehen zu können. Die Enttäuschung ist dann immer eine sehr grofse, wenn beispielsweise das

glänzende Licht des Vollmondes Besucher in Scharen herbeigelockt hat und man ihnen dann bedeuten mufs, dafs man auch im besten Fernrohr am Vollmond fast garnichts sehen kann, sondern dafs in der Nähe der Zeiten der Mondviertel die günstigsten Verhältnisse für die Mondbeschauung stattfinden, oder wenn man ihnen dann einen Fixstern zeigt und seine enttäuschende Punktgestalt mit der in solchen Augenblicken wenig Eindruck machenden ungeheuern Entfernung solcher Sonnen zu entschuldigen versucht. Vorbereitende und orientirende Belehrungen hierüber in den öffentlichen Blättern helfen auch nicht viel. Hier ist also nur allmählich auf den, glücklicherweise schon recht ansehnlichen, vorgebildeteren und ernsteren Theil des Publikums durch eingehendere Unterweisungen zu wirken. Und dafür müssen wir auf eine gediegene Wissenschaftlichkeit auch unserer astronomischen Mitarbeiter in ganz besonderer Weise halten und denselben auch die Möglichkeit gewähren, recht eigentlich wissenschaftliche Untersuchungen mit unseren Instrumenten anzustellen. Nur dann wird es ihnen in vollem Mafse gelingen, die unerschöpfliche Freude an einem zunehmenden Einblicke in diese Dinge in immer weitere Kreise zu verbreiten.

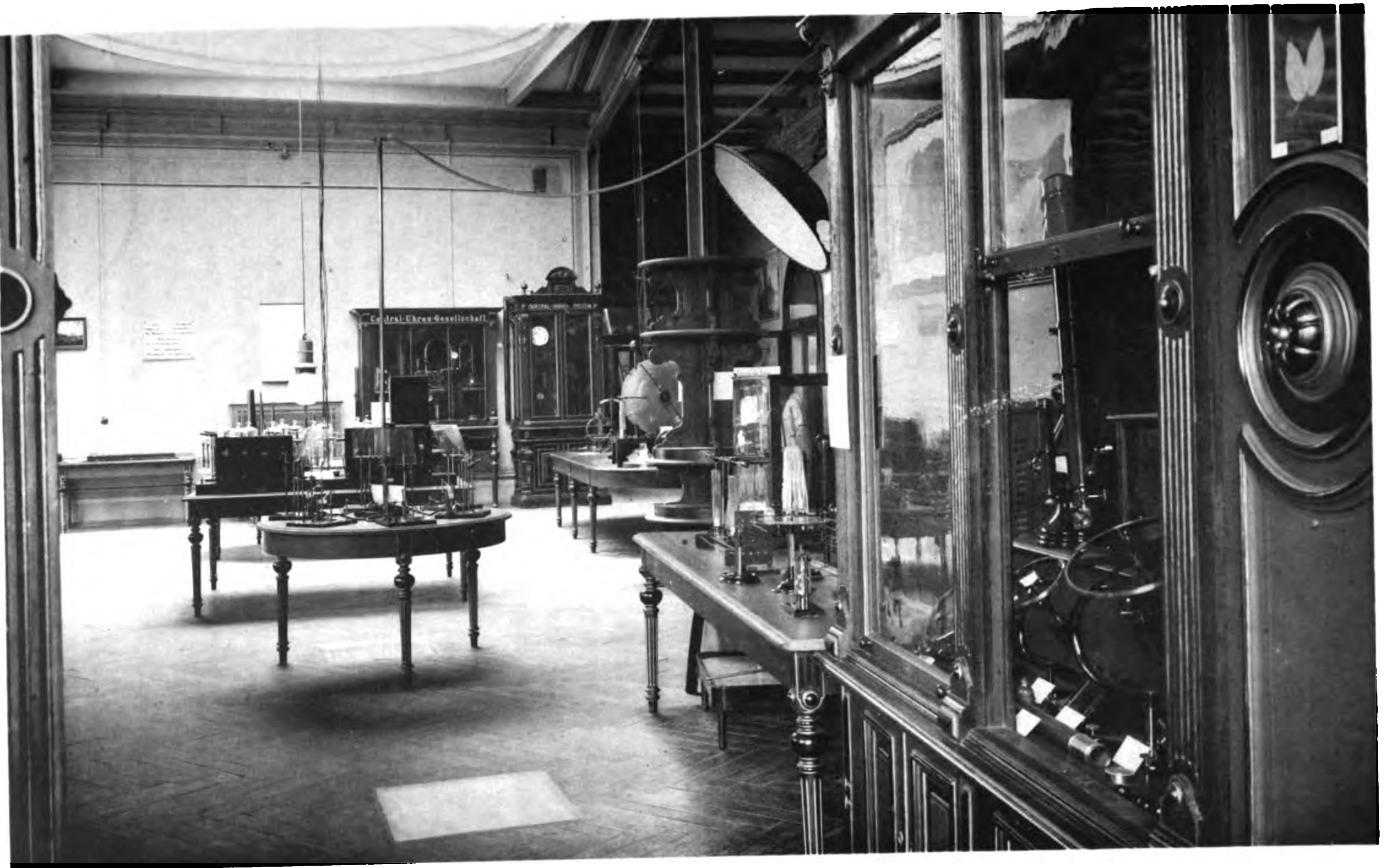
Wenn also unser Publikum auch wegen des an klaren Abenden gewöhnlich herrschenden Andrangs, welcher der Befriedigung der Schaulust am Fernrohr dem Einzelnen nur kurze Zeit gestattet, zumeist nicht eben sehr befriedigt von der Sternwarte zurückkommt, so kann es dagegen in unserem Theaterraume in Vorträgen, die durch photographisch hergestellte und durch eine Lichtquelle von 6000 Kerzenstärke gegen eine Wand projizirte Abbildungen von Himmelserscheinungen illustrirt werden, sein Auge und seinen Verstand um so besser erfreuen. Es sind in dem ersten halben Jahre unserer Existenz im ganzen nicht weniger als 503 solcher halbstündigen Nachmittagsvorträge gehalten worden. Eine sich täglich mehrende Kollektion von ca. 700 Glasphotographien ist zur Illustrirung dieser Vorträge verwendet worden. Allerdings mufs hier bemerkt werden, dafs diese Vorträge nicht nur astronomischen Inhalts waren, sondern alle Gebiete umschlossen, welche die Urania cultivirt und von denen noch im besondern die Rede sein wird.

Noch gröfsere Befriedigung und Freude gewährt den Besuchern der Urania, welchen Kreisen sie auch angehören mögen, die physikalische Abtheilung. Das konnte allein erreicht werden durch den ungemein glücklichen Gedanken, welchen Herr Professor Goldstein bei der Aufstellung der verschiedenartigen Apparate durchgeführt hat,

dafs das Publikum die letzteren selbst in Thätigkeit zu setzen vermag. Wir haben es in der Urania zuerst gewagt, die sonst in allen Museen und Ausstellungen streng befolgte Regel, welche die Berührung der Gegenstände verbietet, in gewissem Sinne zu beseitigen. Es sind an den Instrumenten betreffende Stellen, elektrische Knöpfe etc. bezeichnet, welche man berühren darf, um dadurch den Apparat in Thätigkeit zu setzen.

Es ist hier selbstverständlich nicht möglich, im einzelnen auf die im grofsen Saale ausgestellte reiche Sammlung von wissenschaftlichen Apparaten einzugehen und leider können auch die diesem Hefte beigegebenen Lichtdrucktafeln nur ein sehr unvollkommenes Bild von diesem Saale geben, da er seiner etwas eigenthümlichen Bauart wegen immer nur zu einem geringen Theile übersehen werden kann. Der diesem Artikel beigefügte Plan giebt einen ungefähren Ueberblick über die Disposition der Apparate in diesem Saale. Um jedoch einen Begriff von der Art der Durchführung des erwähnten neuen Gedankens zu geben, mögen hier und da einige dieser Apparate näher ins Auge gefafst werden.

So stellen die aneinandergereihten Apparate der elektrischen Abtheilung eine Art Experimentalkursus dar, den jedermann in einer Viertelstunde selbst durchmachen kann und von dem er manchen anregenden Eindruck mit nach Hause nehmen wird, den ihm die stets gelingenden, selbst ausgeführten Experimente zurückliefsen. Zu Anfang der Abtheilung belehrt ihn ein Druck auf einen elektrischen Knopf, durch welchen er den Akkumulatorenstrom durch eine Platinspirale führen kann, dafs der elektrische Strom, dieses unwägbare Nichts, einen sehr energischen Einflufs auf den raumausfüllenden Stoff auszuüben vermag. Der Strom findet einen Widerstand, er reibt gewissermafsen an den materiellen Theilen des Platins und bringt es dadurch zum Glühen. Der nächste Apparat ist ganz ähnlich; er besteht nur aus einer Kette auch äufserlich ähnlicher Metalle, Platin und Silber, die sich aber, sowie man wieder den Knopf drückt, beim Durchgang des Stromes gar wesentlich von einander unterscheiden. Das Platin erglüht, das Silber nicht. Man stellt sich dabei unwillkürlich vor, dafs die Oberflächen der Silbermoleküle in solchem Sinne verschieden von denjenigen des Platins sein mögen, dafs der Strom weniger gehindert durchfliefsen kann. An beiden Apparaten bemerkt man noch nebenher eine physikalisch merkwürdige Erscheinung, dafs sich nämlich die Kette senkt, sowie der Strom hindurchgeführt wird. Die Kette verlängert sich durch die Erhitzung: Wärme dehnt



Physik-Saal der Urania.

Mittlerer Theil.

aus. Der folgende Apparat zeigt die Zersetzung des Wassers durch den elektrischen Strom; beim Druck auf den Knopf steigen auf beiden Seiten von den unter dem Wasser befindlichen Platinplatten Blasen auf: Wasserstoff und Sauerstoff. Auf der einen Seite ist die über dem Wasser befindliche Gassäule noch einmal so grofs als auf der andern; hier befindet sich der Wasserstoff, das Wasser hat sich also in zwei Theile Wasserstoff und einen Theil Sauerstoff zerlegt. Die Wassermoleküle müssen also viel stärkeren Widerstand entgegensetzen als die des Platin. Die Kraft des mächtigen elektrischen Stromes reifst sie völlig auseinander.

Es ist dem Laien auch unmittelbar begreiflich, dafs man einen wahrgenommenen Prozefs in der Natur wenigstens in den meisten Fällen auch umkehren kann. Wenn also hier der elektrische Strom eine chemische Wirkung vor unseren Augen ausführt, so erscheint es, vorausgesetzt, dafs dieser Prozefs verstanden ist, sehr begreiflich, dafs umgekehrt ein chemischer Prozefs Elektrizität erzeugen kann. Es stehen also neben diesen Apparaten galvanische Elemente verschiedener Konstruktion, durch welche ja bekanntlich durch den eingeleiteten Zersetzungsprozefs der auf ein Metall wirkenden Säure ein elektrischer Strom erzeugt wird. Wir gehen nun schneller vorüber an dem Modell eines elektrischen Akkumulators und dem für den galvanoplastischen Prozefs, die aus dem Vorangegangenen unschwer erklärt werden können. Wir kommen dann zu dem sogenannten Ampèreschen Gestell, welches ein anderes Grundgesetz der Elektrizitätslehre veranschaulicht, dafs gleichgerichtete Ströme sich anziehen, entgegengesetzt gerichtete sich abstofsen. Der Besucher führt wieder den Strom durch den Apparat, an welchem durch Pfeile die Richtung des erstern angegeben ist. Die eine Hälfte des Apparates ist nach Belieben umzukehren, wodurch man Anziehung und Abstofsung sofort konstatiren kann. Es folgt nun die sogenannte Rogetsche Spirale, dasselbe Prinzip veranschaulichend. Das Ende der Spirale taucht in einen Quecksilbernapf; sobald der Strom eingeschaltet wird, verkürzt sich die Spirale durch die Anziehung ihrer einzelnen Glieder, welche gleichgerichtete Ströme in sich schliefsen, das Ende der Spirale wird aus dem Quecksilbernapf emporgehoben, einen schönen Abreifsungsfunken erzeugend. Nun aber ist der Strom ausgeschaltet, die einzelnen Theile der Spirale ziehen sich nicht mehr an, die letztere wird wieder länger, taucht mit ihrem Ende wieder in den Quecksilbernapf ein, den Strom einschaltend. Das beschriebene Spiel wiederholt sich, die Spirale wippt beständig auf und ab. Nun folgt eine Magnet-

nadel, um welche in einem einfachen Ringe ein elektrischer Strom geführt wird. Da die Magnetnadel sich dann senkrecht zu jenem elektrischen Strome stellt, so müssen wohl ähnliche elektrische Ströme die Moleküle des Magneten unsichtbar umkreisen, auf welche der erste Strom anziehend oder abstofsend wirkt und dadurch den sichtbaren Effekt erzeugt. Es folgt nun eine Spirale aus Kupferdraht mit einem darin frei beweglichen Eisenkern; sobald der Strom durchgeführt wird, hebt sich der Eisenkern in die Spirale empor und wird darin wie von einer Feder freischwebend festgehalten: eine Kupferdrahtspirale wirkt wie ein Magnet, d. h. wenn man rings um einen Eisenkern herum künstlich jenen elektrischen Strom erzeugt, den wir nach dem vorigen Experimente einen permanenten Magneten unsichtbar umkreisend denken müssen, so wird eben auch dieses Eisen zum Magneten; wir haben hier eine Kontrole für die Voraussetzung dieses unsichtbaren nicht unmittelbar sich an eine Materie haftenden Stromes. Ein daneben stehender vollständiger Elektromagnet mit festem Eisenkerne und Anker, welcher letztere von einer Spiralfeder sofort wieder emporgehoben wird, wenn der Strom nicht mehr wirkt, zeigt dieselbe Erscheinung noch einmal. Neben ihm ist das Modell eines elektrischen Telegraphen angebracht, durch welchen die konstatirte merkwürdige Erscheinung in unserem heutigen Verkehrswesen eine so ungemein wichtige Anwendung gefunden hat. Nun folgt der sogenannte Wagnersche Hammer, welcher sich von dem vorher dargestellten Elektromagneten mit Anker nur insofern unterscheidet, dafs der angezogene Anker sofort den Strom wieder ausschaltet, wodurch der Anker losgelassen wird, den Strom einschaltet und folglich hin und her vibrirt. Gleich daneben sind wieder die Anwendungen im Hausklingeltelegraph und dem Alarmthermometer angebracht. Nun folgen weiter Apparate zur Erklärung der Erscheinungen der Induktionselektrizität; wir wollen jedoch hiermit die Beschreibung dieser Art von Apparaten abbrechen.

Der elektrischen Abtheilung gegenüber befindet sich die optische. Eingeleitet wird dieselbe durch einen grofsen Hohlspiegel, welcher auf einem Postamente ein täuschendes Bild einer kleinen Statue entwirft, die unter dem Postamente verborgen ist. Es folgen eine Reihe von Apparaten, welche die Linsenwirkung und die des Auges erklären, Apparate zur Darstellung der farbenprächtigen Polarisationserscheinungen, denen sich gröfsere und kleinere Spektroskope anreihen. Diese letzteren wecken ganz besonders das Interesse unserer Besucher. Unsere bezügliche Sammlung kann recht vollständig genannt

werden. Durch eine praktische Vorrichtung kann der Besucher wiederum durch den Druck auf einen Knopf eine Bunsenflamme entzünden und zugleich mit einem Platinpinsel die Lösung eines spektroskopisch interessanten Stoffes (Lithium, Thallium, Calcium, Baryum, Strontium etc.) in die Flamme einführen. Ein Blick durch das in der bestimmten Richtung feststehende Spektroskop zeigt das Flammenspektrum jener Stoffe. Daneben werden Gasspektren durch Induktionsfunken in Geifslerschen Röhren gezeigt, ferner Absorptionsspektren von Gasen, Flüssigkeiten und festen, durchsichtigen Stoffen (Brom, untersalpetrige Säure, mangansaures Kali, Blut, Fuchsin, Didymglas). Es ist selbstverständlich, dafs in unserer Ausstellung die statische Elektrizität durch grofse Influenzmaschinen und mancherlei elektrisches Spielzeug gleichfalls vertreten ist; dann sei auch noch auf die gröfseren Geisslerschen Röhren, welche hauptsächlich als Effektstücke dienen und nebenher die Erscheinungen der Fluorescenz bieten sollen und namentlich auf die aufserordentlich schönen, durch ihre leuchtenden Farbenerscheinungen einen grofsen Eindruck ausübenden Crookesschen Röhren hingewiesen. Alle diese Gegentände üben nur dann ihre leuchtende Wirkung, wenn der Beschauer durch den Druck auf einen Knopf diese zu erlangen wünscht. Es ist dadurch der doppelte Zweck erreicht, dafs nicht durch die andauernde Thätigkeit ganz unnütz grofse Mengen elektrischer Kraft verloren gehen und andrerseits der Eindruck auf den Besucher ganz zweifellos ein viel gröfserer ist, wenn derselbe durch seinen persönlichen Eingriff die überraschende Erscheinung hervorruft.

Der für diese Experimente nothwendige elektrische Strom geht von einer Batterie von zehn grofsen elektrischen Akkumulatoren aus, welche in geeigneten Zwischenräumen durch eine im Keller aufgestellte Dynamomaschine gespeist werden, die ihrerseits durch einen zwölfpferdigen Gasmotor getrieben wird. Von jedem dieser Akkumulatoren geht ein besonderer Draht aus und durchzieht sämtliche Räume der Anstalt, in welchen elektrische Experimente anzustellen sind. Es ensteht so mit der gemeinsamen Rückleitung ein System von elf Drähten, von welchem nach Belieben in jedem Punkte des Saales eine Ableitung ausgehen kann, die eine Stromzuführung in zehn verschiedenen Stärken je nach der Art des Experimentes gestattet. Diese Einrichtung hat sich als ganz besonders praktisch erwiesen; sie ist wie die ganze, recht komplizirte elektrische Anlage des Gebäudes von der Weltfirma Siemens & Halske ausgeführt worden.

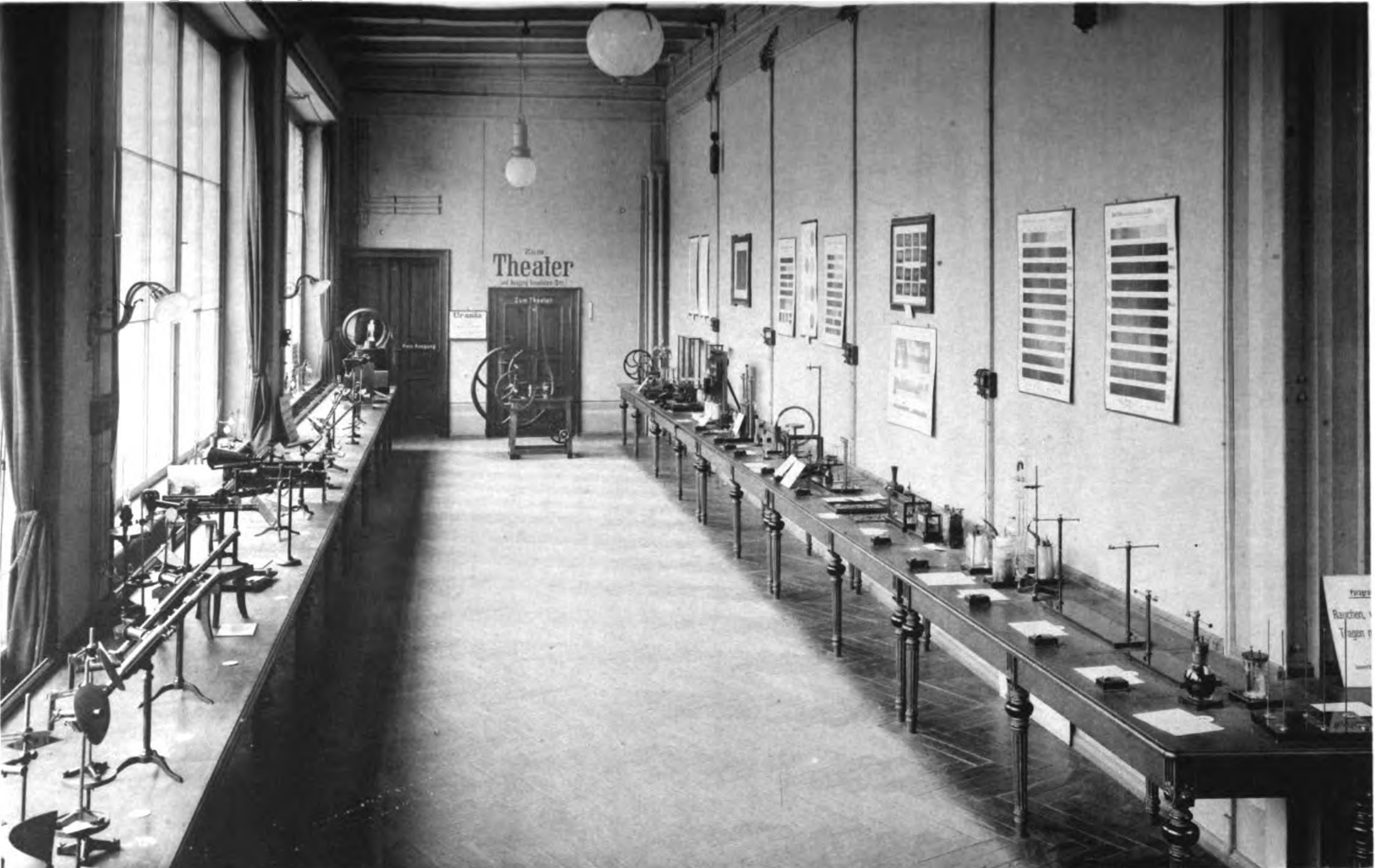
Bei der summarischen Aufführung der Apparate des Physiksaales

mufsten wir selbstverständlich vieles übergehen, wie beispielsweise die sämtlichen akustischen Instrumente, die jedoch, wie namentlich der Tisch, auf welchem das Publikum sich selbst Chladnische Klangfiguren erzeugen kann, nicht wenig zur Freude und Belehrung beitragen. Wir können auch nur mit wenigen Worten des Phonographen gedenken, der wegen seiner besonderen Eigenart in einem getrennten Raume, dem Hörsaal, aufgestellt werden mufste.

Der Phonograph hat in betreff seiner Vorführung Aehnlichkeit mit dem Fernrohr, indem er leider auch nur von einer oder doch wenigen Personen zugleich benutzt werden kann. Es mufsten deshalb zur Erlangung einer geregelten Besuchsordnung ebenso wie beim grofsen Fernrohr, besondere Mafsregeln getroffen werden, durch die es jedoch trotz alledem bei dem grofsen Andrange nicht gelang, in allen Fällen einen ruhigen Genufs des wunderbaren Instrumentes zu gewähren. Wir haben deshalb besondere sogenannte phonographisch-telephonische Musikaufführungen an bestimmten Abenden gegen erhöhten Eintrittspreis eingerichtet, wo wir mit gröfserer Ruhe vor einem beschränkten Kreise von Zuhörern die uns von Herrn Edison zugesandten, in Amerika auf die phonographischen Walzen aufgenommenen Musikstücke durch den Phonographen zur Aufführung bringen und auch noch mancherlei interessante akustische Experimente damit verbinden. Es ist selbstverständlich, dafs dieses wunderbare, uns von Herrn Edison in zwei Exemplaren nebst vielfachen Ersatzstücken und allem Zubehör in munifizentester Weise geschenkte Instrument, welches etwa ein Vierteljahr hindurch das einzige in Berlin öffentlich gezeigte war, eine sehr grofse Anziehungskraft für unser Institut bildet. Unsere Physiker haben sich inzwischen so trefflich auf dasselbe eingearbeitet, dafs uns die musikalischen Originalaufnahmen kaum weniger gut gelingen, als diejenigen, welche bei Herrn Edison selbst ausgeführt wurden, und wir deshalb in der That an die Anlage einer Art phonographischen Archivs für interessante Musikwerke oder für Sprachaufnahmen denken können.

(Schluss folgt.)





Physik-Saal der Urania.

Oestlicher Theil.



Algol als Doppelstern und Mizar als dreifacher Stern.

Die vorzüglichen Leistungen der Photographie auf dem Gebiete der Nebelflecke[1]) liefsen eine gleich fruchtbare Verwerthung derselben für die spektroskopischen Beobachtungen erwarten. Die vorjährigen Vogelschen Beobachtungen zur Ermittelung der Bewegung von Sternen im Visionsradius[2]) haben diese Erwartungen vollauf erfüllt. Die neuesten Erfolge des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam sind noch mehr geeignet, die Ueberlegenheit der spektrographischen Methode gegenüber den direkten spektroskopischen Beobachtungen darzuthun. Es ist den Herren Prof. Dr. Vogel und Dr. Scheiner gelungen, durch die Methode der Linienverschiebung im Spektrum des Algol neues Licht über das räthselhafte Wesen der veränderlichen Sterne zu verbreiten. Zur Erklärung der periodischen Ab- und Zunahme der Lichtstärke der Sterne vom Algoltypus, die sich besonders durch den raschen Verlauf und die Regelmäfsigkeit der Lichtänderung auszeichnen, hatte man bisher die Wahl zwischen der Zöllnerschen Fleckentheorie und der Pickeringschen Trabantentheorie. Die Potsdamer Beobachtungen haben für die Trabantentheorie entschieden. Es ist durch die Linienverschiebung im Spektrum des Algol nachgewiesen, dafs sich Algol vor der Verfinsterung von uns entfernt, nach derselben sich uns wieder nähert und zwar mit einer Geschwindigkeit von 5,7 Meilen in einer Sekunde. Hieraus folgt, dafs Algol ein Doppelstern ist und sich mit einem dunklen Begleiter um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt bewegt. Die Bahngeschwindigkeit des Algol in Verbindung mit den Elementen des Lichtwechsels führte unter der Annahme einer Kreisbahn und gleicher Dichtigkeit der beiden Körper zu folgenden Dimensionen des Systems:

Durchmesser des Hauptsterns . . . . . = 230 000 Meilen,
Durchmesser des dunklen Begleiters . . . = 180 000 Meilen,

[1]) Vergl. H. u. E. Jahrg. I. S. 671 und II. S. 106.

[2]) Astron. Nachr. No. 2896.

Entfernung der Mittelpunkte . . . . . . = 700 000 Meilen,
Bahngeschwindigkeit des Begleiters . . . = 12,0 Meilen,
Masse von Algol . . . . = $^4/_9$ der Sonnenmasse.
Masse des dunklen Begleiters . . . . . = $^2/_9$ der Sonnenmasse.

Die Bahnebene des Systems fällt mit der des Sonnensystems zusammen.

Um die einzelnen Erscheinungen des Lichtwechsels erklären zu können, mufs man sich die beiden Körper mit mächtigen Atmosphären umgeben denken, von denen diejenige des Hauptsternes eine Höhe von 54 000 Meilen und eine starke Leuchtkraft besitzt, die des abgekühlten Begleiters eine Höhe von 42 000 Meilen und eine grofse Absorptionsfähigkeit. Den physikalischen Schwierigkeiten, welche sich dadurch ergeben, dafs von zwei so nahen Körpern der eine in höchster Glühhitze, der andere in starker Abkühlung sich befinden mufs, begegnet Prof. Vogel[3]) durch die Annahme, dafs der Begleiter nicht absolut dunkel, sondern nur relativ dunkel in bezug auf den Hauptstern sei. Der Glanz des Begleiters, der selbst sich noch im Glühzustande befinden kann, mufs nur unter $^1/_{80}$ des Glanzes des Hauptsternes liegen. Es ist eine interessante Aufgabe der sogenannten Theorie der Gleichgewichtsfiguren, die mechanischen Schwierigkeiten aufzuhellen, welche sich für die Stabilität eines Systems ergeben. dessen Componenten wegen ihrer grofsen Massenausdehnung und geringen Entfernung nicht mehr als materielle Punkte im Problem der Bahnbestimmung behandelt werden können. — Es ist wohl anzunehmen, dafs dieser auf spektrographischem Wege entdeckte Begleiter des Algol für immer einer direkten Beobachtung unzugänglich sein wird, selbst noch bei erheblicher Verstärkung unserer heutigen Vergröfserungsmittel. —

Gleichzeitig berichtet Prof. C. E. Pickering,[4]) dafs ein eingehendes Studium der in 70 verschiedenen Nächten erhaltenen Spektrumphotographien von Mizar (ζ Ursae majoris) auf der Sternwarte des Harvard College durch Miss A. C. Maury, eine Nichte von Dr. Draper, ergeben hat, dafs die K-Linie im Mizarspektrum am 29. März 1887, am 17. Mai, 27. und 28. August 1889 doppelt erschienen ist. Zu andern Zeiten erschien die Linie etwas verschwommen oder scharf und deutlich einfach. Eine genauere Untersuchung ergab, dafs die Verdoppelung der Linie vom 27. März 1887 an in Intervallen von 52 Tagen aufgetreten war, und dafs einige Tage vor und nach der Verdoppelung die Linie sich

[3]) Astron. Nachr. No. 2947.
[4]) American Journal of Science 1890. Januarheft p. 46.

verschwommen zeigte. Eine Voraussage der Verdoppelung der Linie für den 18. Oktober 1889 traf nur zum Theil ein, indem die Linie wohl verschwommen aber nur unsicher doppelt erschien. Bei dieser Beobachtung konnten jedoch wegen des niedrigen Standes des Sternes nur 3 Prismen verwandt werden, während gewöhnlich 4 benutzt waren. Die nächsten Verdoppelungen wurden für den 9. Dezember 1889 und 30. Januar 1890 vorausgesagt, von denen die erste bereits als eingetroffen zu bezeichnen ist, indem 3 verschiedene Photographien vom 8. Dezember die Verdoppelung der K-Linie zweifellos ergeben haben. Bei den Wasserstoff- und den übrigen Linien des Mizarspektrums sah man an den betreffenden Tagen der Verdoppelung der K-Linie ein deutliches Breiterwerden.

Die einzige Erklärung für diese Beobachtungen ist die, dafs der hellere Stern des Doppelsternpaares Mizar selbst wieder aus zwei fast gleich hellen, sehr nahen Sternen besteht. Die Umlaufszeit für diese beiden Komponenten würde demnach 102 Tage betragen. Wenn der eine Stern sich der Erde nähert, so werden die Linien seines Spektrums sich gegen das blaue Ende verschieben, während gleichzeitig die Linien in dem Spektrum des andern Sternes nach der entgegengesetzten Richtung wandern werden. Auf diese Weise wird sich jede Linie in zwei auflösen.

Man kann auch hier aus den Messungen auf die Dimensionen der Bahn schliefsen. Die Geschwindigkeit beträgt 20 Meilen pro Sekunde, die Gesamtmasse ist gleich 40 Sonnenmassen. Unter der Annahme einer in die Ebene des Sonnensystems fallenden Kreisbahn, erhält man eine Entfernung der beiden Sterne von 30 Millionen Meilen, das ist die ungefähre Entfernung von Sonne und Mars. Da wir jedoch bis jetzt bei Mizar keine Veränderlichkeit des Glanzes wahrgenommen haben, so wird die Bahn der Komponenten gegen unsere Gesichtslinie geneigt sein, so dafs die Entfernung und die Massen der Sterne sich noch gröfser ergeben werden. Eine Elliptizität der Bahn würde sich durch Variation der Gröfse der Verdoppelung zu erkennen geben. Für den Versuch einer optischen Trennung dieser beiden Komponenten wird der 23. März dieses Jahres zu empfehlen sein, doch dürfte man hierzu nur die gröfsten Fernröhre verwenden können.

Die Spektren der Sterne β Aurigae und b Ophiuchi zeigen ähnliche Erscheinungen. Diese neuesten Ergebnisse eröffnen eine neue Epoche für die Doppelsternforschung und lassen erhoffen, dafs der bislang vergeblich gesuchte Begleiter des Procyon auf diesem Wege auch einmal gefunden werden wird. F. S. Archenhold.

Die Rotation des Merkur.

In jeder populären Astronomie finden wir angegeben, dafs Merkur in ungefähr 24 Stunden eine Axendrehung vollende. Gleichwohl war bisher mit Sicherheit so gut wie garnichts über die Rotation dieses innersten Planeten bekannt; denn die Meinung, dafs er in nahezu derselben Zeit wie die Erde rotire, gründet sich auf gänzlich unzulängliche Beobachtungen von J. H. Schröter, jenem emsigen und verdienten Förderer der teleskopischen Beobachtungskunst, der aber leider vielfach nicht ganz vorsichtig und streng bei der Diskussion seiner Wahrnehmungen verfuhr und darum zu mancherlei Irrthümern verleitet worden ist. Da jedoch eine Rotationsdauer des Merkur von nahezu 24 Stunden an sich viel Wahrscheinlichkeit hatte und da das anhaltende Studium der Merkursoberfläche eine schwierige und undankbar erscheinende Aufgabe war, so fand sich seit jener Zeit (Schröter publizirte seine vermeintliche Entdeckung i. J. 1800) bis in die allerneueste Gegenwart niemand, der unsere Kenntnisse über die Umdrehung des Merkur etwas sicherer gestellt hätte. Schiaparelli erst, die erste Autorität auf dem Gebiete der teleskopischen Beobachtungskunst, wandte dem innersten Planeten wieder einmal ein anhaltendes Interesse zu, indem er denselben seit 1881 bis zur Gegenwart so oft als möglich betrachtete und mit gewohntem Scharfblick, trotz aller sich der Beobachtung des sonnennahen Planeten entgegenstellenden Schwierigkeiten, eine Fülle überraschender Resultate erntete, über die er in No. 2944 der „Astronomischen Nachrichten" eine vorläufige Mittheilung veröffentlicht hat.

Das wesentlichste Ergebnifs dieser Forschungen besteht in der Erkenntnifs, dafs die Rotation des Merkur viel langsamer von statten geht, als man bisher annahm und zwar stimmt die Periode wahrscheinlich genau mit der Umlaufszeit des Planeten überein. Aus dem gleichen Anblick, den Merkur an aufeinanderfolgenden Tagen zur gleichen Tageszeit bot, hatte nämlich Schröter seine Bestimmung der Rotationszeit des Merkur abgeleitet, ohne an die Möglichkeit zu denken, dafs dieselbe Erscheinung auch mit einer sehr langsamen Axendrehung vereinbar sein würde. Schiaparelli gelangen jedoch Beobachtungen zu verschiedenen Tageszeiten, bei denen ebenfalls das Aussehen des Planeten sich unverändert zeigte und damit war sogleich erwiesen, dafs die Umdrehungsperiode eine sehr grofse sein müsse.

Die Beobachtungen konnten durchweg nur bei Tage ausgeführt werden, weil, wenn die Sonne unter dem Horizonte steht, der Stand des Merkur ein zu tiefer ist, um noch eine 200-fache Vergröfserung

anwenden zu können, die allein erst die äufserst zarten Flecken erkennen läfst. Es zeigte sich nun, dafs die Konfiguration der Flecken bei gleichen Phasen nahezu dieselbe war und die darauf sich stützende Annahme, dafs die Rotation genau mit der Revolution (87^d,9693) übereinstimme, gab eine gute Erklärung aller vorliegenden Beobachtungen. Merkur wendet sonach der Sonne beständig dieselbe Seite zu, wie es unser Mond der Erde, mit Sicherheit auch Japetus dem Saturn und mit grofser Wahrscheinlichkeit auch die vier Jupitersatelliten ihrem Hauptplaneten gegenüber thun. Auch von der Erde aus können wir infolge dessen nur die eine Merkurshälfte kennen lernen, denn die der Sonne abgewandte Hälfte, welche wir geometrisch zeitweise ebenfalls würden sehen können, bleibt ja stets unbeleuchtet. Die Lage der Rotationsaxe hat bis jetzt noch nicht definitiv bestimmt werden können, doch wurde bisher angenommen, dafs sie auf der Bahnebene senkrecht stehe. Eine grofse Abweichung von dieser Stellung dürfte jedenfalls nicht vorhanden sein und man kann bereits jetzt sagen, dafs die Neigung des Merkur-Aequators nur höchstens $^1/_3$ so grofs sein kann als die Neigung des Erdäquators gegen die Ekliptik. Genauere Untersuchungen ergaben ferner, dafs die Rotation des Merkur eine rein mechanische ist und mit gleichförmiger Geschwindigkeit vor sich geht, während die Bewegung in der stark elliptischen Bahn eine sehr variable Geschwindigkeit besitzt. Es entsteht dadurch eine sehr beträchtliche Libration oder Schwankung der Lichtgrenze auf der Merkursoberfläche, so dafs im Verlaufe einer Revolution doch weit mehr als die Hälfte der Merkursoberfläche von den Sonnenstrahlen getroffen wird. Für die Gegenden, welche innerhalb dieser Librationsschwankungen liegen, findet sonach zeitweise ein Sonnen-Aufgang und -Untergang statt, während die übrigen Theile entweder beständig den heifsen Sonnenstrahlen ausgesetzt bleiben oder das wärmende Sonnenlicht dauernd entbehren müssen. Aus dem Vorhandensein dieser Libration ergiebt sich, dafs nicht etwa eine magnetische von der Sonne ausgehende Beeinflussung die Stellung des Merkur bestimmt, sondern, dafs die Rotation vermuthlich, wie bei unserem Monde nach G. H. Darwins geistvoller Erklärung, durch die Reibung der den Planeten umlaufenden, von der Sonne erzeugten Fluthwelle nach und nach so weit verlangsamt worden ist, bis sie der Umlaufszeit genau gleich war. Sobald nämlich Umlauf und Axendrehung genau in gleicher Zeit vollendet werden, findet eine Ebbe und Fluth garnicht mehr statt, sondern die Anziehung des Centralkörpers bewirkt eine dauernde Deformation der flüssig gedachten Oberfläche des Planeten. Dafs gerade bei Mer-

kur, als dem einzigen unter allen Planeten, diese Gleichmachung von Rotation und Revolution durch Fluthreibung bereits zum Ziele gelangt ist, erscheint sehr erklärlich, wenn man die grofse Sonnennähe und die Schnelligkeit der Umlaufsbewegung bei diesem Planeten in Betracht zieht. Auch die Schnelligkeit der Umdrehung der äufseren Planeten wird von diesem Gesichtspunkt aus verständlicher, denn natürlich mufs die Einwirkung der durch die Sonnenanziehung ent-



Karte des Merkur, nach Schiaparelli.

stehenden Fluthwelle auf den entfernteren Planeten die geringste Verzögerung der Axendrehung erzeugt haben.

Unsere Abbildung der sichtbaren Merkurshälfte ist eine Nachbildung der in den astronomischen Nachrichten veröffentlichten Skizze. Die dunkeln Flecken erscheinen indessen im Fernrohr bei weitem nicht so deutlich, sondern nur als äufserst schwer erkennbare und zarte Streifen von rothbrauner Farbe. Prof. Schiaparelli glaubt den Flecken, welchen Dr. de Ball am 24. und 28. Juli 1882 in Bothkamp gesehen hat, identifiziren zu können; die Berechnung des Merkursanblicks zur da-

maligen Zeit auf Grund der neu entdeckten Rotationsdauer stimmt gut mit einer damals angefertigten Skizze überein. Nach allen bisherigen Beobachtungen verändern die Flecken ihren Ort auf der Merkursoberfläche nicht, während dagegen ihr Aussehen sehr deutlich zu Tage tretenden Variationen unterliegt, welche vermuthlich durch die den Merkur umhüllende Atmosphäre und deren zeitweilige Trübungen zu erklären sein dürften. Die Gegend um den nördlichen Pol besitzt eine gröfsere Helligkeit als die Südpolarregion und es kann zuweilen infolge dieser geringen Helligkeit das südliche Horn des Merkur abgestumpft erscheinen, wie es Schröter und Andere des Oefteren gesehen haben wollen.

Schröter glaubte seinerzeit, aus diesem eigenartigen Aussehen des südlichen Horns auf hohe Berge in der Nähe des Südpols schliefsen zu dürfen. Die neueren Beobachtungen sprechen jedoch mit aller Bestimmtheit gegen diese Annahme, indem sich jederzeit das Horn in seiner regelmäfsigen Gestalt erkennen liefs, wenn auch die äufserste Spitze mitunter sehr lichtschwach und schwer erkennbar ist.

Dr. F. Koerber.



Ergebnisse der Temperaturmessungen in den fünf tiefsten preufsischen Bohrlöchern.

Von der Kgl. preufs. Bergbauverwaltung sind in den letzten Jahren umfangreiche Temperaturbeobachtungen in den fünf tiefsten Bohrlöchern ausgeführt worden zum Zwecke einer möglichst genauen Feststellung der „geothermischen Tiefenstufe", d. h. derjenigen Wegslänge, um welche man in die Erde vordringen mufs, um 1° Wärmezunahme zu erhalten. Die Ergebnisse dieser Messungen enthält die folgende Tabelle, welche einem ausführlichen Berichte in der Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen entnommen ist:[1])

Bohrpunkte.	Tiefe, für welche die Stufe berechnet wurde:	Länge der geothermischen Stufe.	Anzahl der Messungen.
Schladebach (b. Merseburg)	6 m bis 1716 m	46.09 m	387
Sennewitz (bei Halle) . . .	754 m „ 1084 m	45.83 m	96
Lieth (bei Altona)	426 m „ 1259 m	43.84 m	17
Sudenberg (bei Magdeburg)	30 m „ 568 m	40.45 m	19
Sperenberg (bei Berlin) . .	220 m „ 1066 m	40.00 m	9

[1]) Bd. 37, Heft 3, 1889, S. 171.

Sowohl in Hinsicht der Anzahl der Messungen als auch in Bezug auf die erschlossene Tiefe steht Schladebach allen übrigen Punkten voran, und daher dürfte die hier gefundene Stufe von 46.1 m für 1° R. der Wahrheit am nächsten kommen. Auf die Ursachen, welche für die einzelnen Bohrlöcher Abweichungen der geothermischen Tiefenstufe bedingen, ist bereits früher in dieser Zeitschrift hingewiesen worden.[2])

Soweit unmittelbare Beobachtungen reichen, folgt die geothermische Tiefenstufe einer einfachen arithmetischen Progression, ändert sich also gleichmäfsig mit der Tiefe. Unter dieser Annahme ergiebt sich, dafs der Schmelzpunkt von:

Kalium	in	1845 m	Tiefe
Schwefel	„	3632 „	„
Wismuth	„	9062 „	„
Antimon	„	15524 „	„
Silber	„	36495 „	„
Gold	„	45713 „	„
Roheisen	„	56775 „	„
Platin	„	93001 „	„

erreicht wird. Die höchste Gluthhitze der Hochöfen beträgt etwa 2280° R., sie würde sich in der Tiefe von 104708 m oder $14^1/_{10}$ geogr. Meilen befinden. Allerdings müssen wir wohl beachten, dafs der Schmelzpunkt aller Substanzen durch den Druck der darauf lastenden oberen Erdschichten hinaufgerückt wird, und daher Gesteinsmassen und Metalle, welche in unseren Hochöfen bei einer gewissen Temperatur schmelzen, im Innern der Erde bei einer selbst viel höheren Temperatur fest bleiben können.

Darnach müfste die Zone des allgemeinen Schmelzflusses erheblich tiefer liegen, als in den oben ausgerechneten $14^1/_{10}$ Meilen. Auch dürfte es als eine Kühnheit erscheinen, die Wärmeverhältnisse eines so geringen Theiles des Erdballs als unbedingten Mafsstab für die weitere Fortsetzung der Temperatur nach der Tiefe hinstellen zu wollen. Die Schladebacher Bohrung hat uns ja nur $^1/_{3642}$ des Erdradius erschlossen.

Schw.

[2]) S. 604 und 661 des ersten Jahrganges. (Bericht des Oberberginspektors Köbrich.)



Strombestimmungen im Nordatlantischen Ocean mittelst „Flaschenposten“ durch den Fürsten von Monaco.

Die Bestimmung der Meeresströmungen durch schwimmende Körper, die mit und in denselben treiben, ist zwar eine lange bekannte Methode, doch ist dieselbe selten zur systematischen Durchführung gekommen. Wenn von Alters her die an den Küsten antreibenden, von fremden Inseln und Ländern stammenden Hölzer, Früchte, Pflanzen und dgl. auf eine zwischen den Gestaden stattfindende Wasserbewegung aufmerksam machen mufsten, so waren es doch nur ganz allgemeine Schlüsse, welche man hieraus zu ziehen im stande war. Wenn später von Schiffen in Flaschen oder anderen wasserdichten Behältern schriftliche Mittheilungen den Wogen der See anvertraut wurden, so geschah dies meist im Moment der höchsten Noth, um der Welt vielleicht noch das letzte Lebenszeichen zu geben, den letzten Bericht von dem Untergange zu überliefern, zuweilen auch wohl aus einer augenblicklichen Laune ohne ernsteren Zweck oder bestimmtes Ziel. Erst in neuerer Zeit hat man angefangen, diese „Flaschenposten“ in den Dienst der Wissenschaft zu stellen, um durch dieselben Erfahrungen und Beiträge zu sammeln für das Studium der Oberflächenbewegungen der Oceane. So werden im besonderen schon seit einer Reihe von Jahren die deutschen Kriegsschiffe mit sog. Flaschenpostzetteln ausgerüstet, von denen auf See wo möglich täglich einer in einer leeren, mit Ballast (gewöhnlich Sand) beschwerten, gut verkorkten Flasche über Bord geworfen wird. Der Zettel enthält Angaben über seine Herkunft, Schiff, Ort und Zeit des Aussetzens, und ersucht den Finder, denselben nach Vervollständigung durch Vermerk von Fund- Ort und -Zeit, sowie des Zustandes, in welchem die Flasche angetroffen wurde, der Marine-Behörde zu überliefern. In ähnlicher Weise werden die deutschen Kauffahrteischiffe durch die deutsche Seewarte mit solchen Zetteln versehen. Der zwischen Abgangs- und Fundort zurückgelegte Weg und die dazu gebrauchte Zeit ergeben Richtung und Geschwindigkeit des Stromes. Dafs diese Bestimmungen auf Genauigkeit keinen grofsen Anspruch haben, ist klar, wenn man bedenkt, dafs die geradlinige Verbindung zwischen den beiden angeführten Punkten in den seltensten Fällen der wirklich von dem Schwimmkörper zurückgelegte Weg sein wird, und dafs ein solcher Körper oft lange Zeit an einer Küste hin- und hergetrieben werden kann, ehe er gefunden wird; immerhin bilden die Flaschenposten ein bequemes Mittel, um die Meeresströmungen in ihren Hauptzügen kennen zu lernen und ge-

währen in gröfserer Anzahl ein werthvolles Material für das Studium derselben. —

Von letzterem Gesichtspunkte ist der Erbprinz Albert, jetziger regierender Fürst von Monaco ausgegangen, als er zusammen mit dem Professor Pouchet, welchem der Munizipalrath von Paris eine gewisse Summe zu oceanographischen Forschungen im Nordatlantischen Ocean zur Verfügung gestellt hatte, in den Jahren 1885, 1886 und 1887 auf seiner Yacht L'Hirondelle drei wissenschaftliche Expeditionen unternahm, auf welchen er für die Strombestimmungen die besprochene Methode zur Anwendung brachte. Diese Untersuchungen durften ein besonderes Interesse beanspruchen, weil zum ersten Mal die Methode in so umfangreicher und systematischer Weise zur Ausführung gebracht ist, eigens zu dem Zweck konstruirte Schwimmkörper herangezogen und mit besonderer Sorgfalt zugerichtet wurden. Auf der Expedition 1885 kamen aufser 150 gewöhnlichen Flaschen 10 kupferne Kugeln und 20 Holzfässer zur Verwendung. Die Kugeln bestanden aus 2 Hälften, welche über einer Kautschukpackung mit einander verschraubt waren; die Schrauben fielen besonders in's Auge, um den Finder darauf aufmerksam zu machen. Die hölzernen Fässer waren nach dem Modell der gewöhnlichen (20 Liter) Bierfässer angefertigt, mit starken Dauben, eisernen Bändern und inwendig getheert. Um die Aufmerksamkeit des Finders beim Oeffnen zu fesseln, wurden sie mit Hafer gefüllt. Die Flaschen wurden durch einen mit Kautschuk bekleideten Stöpsel geschlossen. Jeder Schwimmer erhielt einen Zettel, welcher den Zweck angab und den Finder bat, denselben mit den für die Auffindung wesentlichen Daten zu versehen und abzuliefern.[1])

Jeder Zettel, der eine Nummer trug und aus einem Stammregister losgelöst war, um seine Echtheit konstatiren zu können, war in einer über der Lampe zugeschmolzenen Glasröhre eingeschlossen. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Beballastung der Schwimmer zugewandt. Es war darauf Bedacht zu nehmen, dafs dieselben möglichst tief eintauchten, um den Einflüssen des Windes nicht ausgesetzt zu sein,

[1]) Dans le but de conseiller les courants de la mer, avec l'aide du conseil municipal de la ville de Paris, ce papier a été jeté à la mer par les soins de S. A. le prince héréditaire de Monaco à bord de son yacht l'Hirondelle et en sa présence. Toute personne, qui trouvera ce papier, est priée, de le faire parvenir aux autorités de son pays pour être transmis au Gouvernement français, en indiquant avec le plus de détails possible le lieu, la date et les circonstances où ce papier aura été retrouvé.

Signé: Albert, prince héréditaire de Monaco.

G. Pouchet, professeur au Muséum de Paris.

dabei mufste aber berücksichtigt werden, dafs das Gewicht sich voraussichtlich mit der Zeit durch Aufsaugen und Eindringen von Wasser und durch Anheften von organischen Bestandtheilen vermehren würde. Man gab den Schwimmern deshalb einen Ueberschufs von Auftrieb, dem im Anfang durch Ballast das Gleichgewicht gehalten wurde, während später sich der Ballast selbstthätig lösen sollte.

Ungefähr 110 Seemeilen nordwestlich von Corvo, der westlichsten Azoren-Insel, beginnend, wurde nordwestlich steuernd in Intervallen von je einer halben Seemeile[2]) einer dieser Schwimmer über Bord geworfen.

Im folgenden Jahre wurden 510 starke Champagnerflaschen als Schwimmer benutzt, die auf einer in der Richtung Nord-Süd auf dem 20. Meridian westlicher Länge von Paris sich erstreckenden Linie zwischen 42° und 50° Nord-Breite in gleichen Zwischenräumen, wie diejenigen des Vorjahres vertheilt wurden.

Die Flaschen wurden in der folgenden Campagne 1887 durch Kugeln aus dickem Glase mit kupferner Fassung nach Art und Gröfse der im ersten Jahre verwendeten kupfernen Kugeln ersetzt. 931 solcher Schwimmer wurden auf einer von den westlichen Azoren bis zur Neufundland-Bank reichenden, ca. 710 Seemeilen langen Linie über Bord gesetzt, später auf der Rückreise nochmals 65 Kugeln.

Von den gesamten Schwimmern sind nach einem resumirenden Bericht des Fürsten von Monaco[3]) bis jetzt 146 wiedergefunden und zurückgeliefert worden, von denen jedoch nur 139 für das Studium der Strömungen verwerthbar sind, da bei den übrigen 7 die Flaschenpostzettel mit den erforderlichen Angaben fehlen.

Je nach dem Ort ihres Ausgangs lassen sich die Schwimmer in einzelne grofse Gruppen zusammenfassen. So bilden die im Jahre 1886 ausgesetzten Flaschen drei Gruppen, die südliche von $42^1/_2{}^0$ Nordbreite bis 45°, die mittlere von hier bis 48° und die nördliche bis 50° reichend. Die erste, südliche Gruppe nahm zunächst ihren Lauf ostwärts nach der Westküste der Pyrenäischen Halbinsel, wendete sich dann südwärts an dieser und der afrikanischen Küste entlang bis zu den Kanaren, um von hier westwärts den Atlantischen Ocean durchquerend, die Antillen aufzusuchen. Beim Uebergang von der europäischen nach der afrikanischen Küste findet eine gewisse Ablenkung nach und zum Theil durch die Strafse von Gibraltar statt, wovon ein im Mittelmeer aufgefundener Schwimmer Zeugnifs ablegt, während

[2]) 1 Seemeile = 1852 Meter.

[3]) Sur les courants superficiels de l'Atlantique Nord.

drei andere an der Küste von Marokko zwischen 33° 32′ und 33° 26′ Nordbreite antrieben. Der weitere Verlauf des Weges ist konstatirt worden durch Schwimmer, welche weiter südlich an der afrikanischen Küste, bei den Kanarischen Inseln und den Antillen aufgefunden sind. Die mittlere Gruppe stieſs ebenfalls nach Osten treibend auf die französiche Küste in der Südecke des Biskaischen Meerbusens und bewegte sich nach einer vollständigen Drehung von hier westwärts an der Nordküste Spaniens entlang dem Kap Finisterre zu. Die dritte und nördlichste Gruppe wählte eine den beiden anderen parallele Route, erreichte aber erst viel später die spanische Küste, nachdem sie die Küste der Bretagne und der Landes zuvor besucht hatte.

Nach diesen Beobachtungen ist die Existenz des Rennel-Stromes, welcher im Golf von Biscaya an der Nordküste Spaniens nach Osten und im weiteren Verlauf nordwärts an der französischen Küste hinaufsetzen soll, zweifelhaft geworden, zum wenigsten für die Sommermonate, wo ein gerade in entgegengesetzter Richtung laufender Strom festgestellt wurde.

Das aus den vorangeführten Beobachtungen sich ergebende kreisläufige Strömungssystem des Nordatlantischen Ozeans wird bestätigt durch die Schwimmer des Jahres 1885, welche zwischen 40° 21′ und 43° 56′ Nordbreite westlich von den Azoren über Bord gesetzt, zum Theil auf den Azoren, zum Theil an der südlichen Küste Portugals, bei Madeira, den Kanarischen Inseln und an der amerikanischen Küste wiedergefunden sind.

Die zahlreichen, auf der letzten Expedition ausgesetzten Schwimmer vertheilen sich über den ganzen von ihren Vorläufern beider Jahre eingenommenen Raum. Die südlichsten derselben nahmen einen ähnlichen Weg, wie diejenigen des Jahres 1885 und strandeten an den Küsten der Azoren, von Madeira und den Kanaren, die übrigen trieben Frankreich und England zu. In der Höhe des Kanals tritt eine fächerförmige Verbreitung ein; es lassen sich 3 Hauptzweige unterscheiden, von denen der eine sich gegen die Bretagne und nach Süden zu wendet, wie die Schwimmer von 1886, der zweite in den Kanal von St. Georg tritt, und der dritte an der Küste von Irland entlang und bei den Hebriden vorbeiläuft und sich weiter an der norwegischen Küste bis nach Tromsö hinauf verfolgen läſst.

Als Resultat ergiebt sich aus diesen verschiedenen Beobachtungen, so resümirt der Fürst von Monaco, daſs das Oberflächenwasser des Nordatlantischen Ozeans sich in einem Kreise um einen Punkt herum bewegt, welcher etwas südwestlich von den Azoren liegt. Wo die Be-

zeichnung „Golfstrom" aufhört, stöfst der äufsere Rand dieses Wasserwirbels an die Bank von Neufundland, südlich an derselben entlang oder zuweilen über dieselbe hinweggehend, läuft nach Ostnordost, geht jedoch selten über den 51. Breitenparallel hinaus und wendet sich, in der Nähe des englischen Kanals angelangt nach Süden, nachdem ein Zweig nach Nordosten entsendet ist. Weiter an den Westküsten Europas und Afrikas entlang setzend, beim Uebergange zwischen beiden durch die Strafse von Gibraltar nach derselben aus seiner Richtung abgelenkt, verläfst diese äufsere Stromperipherie in der Breite der Kanarischen Inseln die Ostseite des Atlantik und wandert südwestwärts über den Ozean, um sich mit dem Nordrande des Äquatorial-Stromes vereinigend, schliefslich an den Antillen entlang nach Nordwesten zu bewegen und durch Eintritt in den Golfstrom den Kreislauf zu schliefsen.

Der innere Rand dieses Stromgebietes bildet eine Kreisperipherie von nur geringer Ausdehnung um den oben erwähnten Mittelpunkt herum. R.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Februar-März.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
18.	Febr.	Erdnähe	7h 11m Mg.	3h 47m Nm.
19.	„	Neumond	7 43 „	5 15 „
26.	„	Erstes Viertel	10 6 „	1 12 Mg.
2.	März	Erdferne	0 51 Nm.	5 7 „
6.	„	Vollmond	5 21 „	7 0 „
14.	„	Letztes Viertel	2 13 Mg.	9 58 „

Maxima der Libration: 23. Februar, 10. März.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Febr.	20h 12m	—18° 1'	6h 16m Mg.	3h 6m Nm.	21h 45m	—14° 56'	7h 29m Mg.	4h 56m Nm.
17. „	20 20	—18 23	6 10 „	2 54 „	22 5	—13 16	7 23 „	5 7 „
21. „	20 34	—18 24	6 8 „	2 50 „	22 24	—11 31	7 17 „	5 21 „
25. „	20 50	—18 2	6 5 „	2 53 „	22 43	— 9 42	7 10 „	5 34 „
1. März	21 9	—17 19	6 5 „	2 59 „	23 2	— 7 48	7 2 „	5 48 „
5. „	21 30	—16 14	6 3 „	3 9 „	23 20	— 5 51	6 55 „	6 1 Ab.
9. „	21 52	—14 49	6 1 „	3 23 „	23 38	— 3 51	6 46 „	6 14 „
13. „	22 15	—13 2	5 58 „	3 40 „	23 57	— 1 49	6 39 „	6 27 „

5. März Sonnenferne.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Febr.	15h 23m	—17°14′	1h 22m Mg.	10h 22m Vm.	20h 0m	—20°51′	6h 24m Mg.	2h 34m Nm.
19. „	15 35	—17 58	1 14 „	10 4 „	20 6	—20 36	6 5 „	2 17 „
25. „	15 46	—18 37	1 6 „	9 48 „	20 11	—20 21	5 45 „	2 1 „
3. März	15 56	—19 13	0 57 „	9 31 „	20 16	—20 5	5 24 „	1 44 „
9. „	16 6	—19 45	0 47 „	9 13 „	20 21	—19 49	5 4 „	1 28 „
15. „	16 15	—20 14	0 36 „	8 56 „	20 26	—19 34	4 44 „	1 10 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Febr.	10h 14m	+12°44′	5h 33m Nm.	7h 57m Mg.	13h 40m	— 9°43	10h 54m Ab.	9h 22m Mg.
21. „	10 12	+12 58	4 53 „	7 24 „	13 39	— 9 40	10 22 „	8 50 „
1. März	10 10	+13 12	4 18 „	6 52 „	13 39	— 9 36	9 49 „	8 19 „
9. „	10 7	+13 25	3 43 „	6 19 „	13 38	— 9 31	9 16 Ab.	7 46 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 16. Febr. östl., 24. westl., 4. März östl., 12. westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
10. Febr.	3h 59m	+ 18°54′	10h 48m Vm.	2h 32m Mg.
25. „	4 0	+ 18 56	9 48	1 34 „
12. März	4 1	+ 18 59	8 50 „	0 36 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

Von den Verfinsterungen der Jupitermonde sind nur einige in die Morgenstunden fallenden bequem beobachtbar.

8. März I. Trab. Verfinst. Eintritt 5h 29m Morg. (22m nach Jup. Aufg.).

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
15. Februar.	* 4 Sagittarii	5.0m	5h 44m Mg.	6h 13m Mg.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.	
R Arietis	13. März	8m	12m	2h	9m	52s	+ 24°	32′6
S Hydrae	24. Februar	8	12	8	47	50	+ 3	29.1
R Corvi	27. „	7	11.5	12	13	56	— 18	38.4
S Virginis	20. „	6	12	13	27	16	— 6	37.6
S Scorpii	24. „	9—10	12.5	16	11	7	— 22	37.6
S Ophiuchi	20. „	8.5	12	16	27	55	— 16	55.5
T Delphini	22. „	8.5	13	20	40	15	+ 15	59.8
S Pegasi	19. „	7.8	12	23	15	1	+ 8	19.1

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . .	16., 21., 26. Febr. Ab., 3., 8., 13. März Nm.
Algol . .	15. Febr. Ab., 21. Nm., 27. Mg., 5. März Mg., 10. Ab.
U Coronae . .	22. Febr. Nm., 1. März Nm., 8. Mittag, 15. März Mg.
S Cancri . .	25. Febr. Nm., 7. März Mg.
δ Librae . .	17. Febr. Mg., 21. Ab., 26. Nm., 3. März Mg., 7. Ab., 12. Nm.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . .	8. März.
U Monoc. . .	15. März.
W Virginis .	24. Febr., 13. März.
S Aquilae . .	1. März.

6. Meteoriten.

Für die Beobachtung der Meteoriten und des Zodiakallichtes eignet sich namentlich die zweite Hälfte des Februar.

7. Nachrichten über Kometen.

Der von Swift am 17. Nov. entdeckte Komet dürfte nach einer neueren Rechnung zu den periodisch wiederkehrenden zu zählen ein und eine Umlaufszeit von 6,9 Jahren besitzen.

Der Borrellysche Dezemberkomet wurde anfänglich allgemein als sehr schwacher Nebel von 2' Durchmesser beschrieben. Der Komet bewegte sich im Januar mit grosser Schnelligkeit durch das Sternbild des Schützen nach Süden, und erreichte um den 26. seine geringste Entfernung von der Sonne; die Helligkeit nahm sehr schnell zu, hatte etwa am 24. Januar das Maximum (die 23 mal grössere Helligkeit) und sank ebenso rasch wieder herab. Bei diesem schnellen Wechsel, bei der wenig günstigen kurzen Beobachtungszeit (in der Morgen- und Abenddämmerung) und der Enteilung des Kometen von der Erde scheint es nicht, dafs dieser Komet zu besonders vielen Beobachtungen Gelegenheit gegeben haben wird.





Herrn W. Engel in Rüdersdorf. Dafs die Mondsichel von der südlichen Erdhalbkugel gesehen umgekehrt erscheinen mufs, als von der nördlichen, d. h. dafs der abnehmende Mond dort so aussieht, wie bei uns der zunehmende und umgekehrt, ist eine Thatsache, die sich dadurch erklärt, dafs auf der Südhalbkugel der Erde das nördliche Mondhorn dem Horizonte zugekehrt, also unten erscheint und dafs sonach der Mond dort gewissermafsen auf dem Kopfe steht. Am Aequator liegt die Sichel wagerecht, weil die von Nord nach Süd gehende Lichtgrenze eine wagerechte Lage besitzt und dies versteht Reuleaux unter der „mittleren der beiden Formen". — Die eigenartig veränderten Verhältnisse im Anblick des Himmels von der südlichen Erdhalbkugel aus sind überhaupt in weiteren Kreisen wenig bekannt und wir benutzen darum mit Vergnügen die Gelegenheit, hier einmal kurz darauf hinzuweisen. Auch diejenigen Sternbilder, welche von beiden Hemisphären aus gesehen werden können, erscheinen südlich vom Aequator verkehrt. So mufs sich z. B. der Sternkundige besonders an das veränderte Aussehen des Orion von der Südhalbkugel aus erst langsam gewöhnen, denn der Nebel steht oberhalb des Jacobstabes, weil der südliche Theil des Sternbildes nach oben zeigt. Auch die scheinbare tägliche Bewegung erscheint auf der südlichen Erdhälfte verändert, denn die Sonne, der Mond und die Mehrzahl der Sterne stehen im Norden und bewegen sich also bei ihrem täglichen Laufe von Ost nach West von der Rechten zur Linken, während sie bei uns umgekehrt von links nach rechts ziehen. Ein Fernrohr mufs sonach in umgekehrter Richtung, als bei uns gedreht werden, damit es dem eingestellten Sterne nachfolge. Diese Verhältnisse wirken auf einen von der Nordhälfte der Erde kommenden Astronomen sehr eigenartig, weil eben sonst der nördliche Himmelstheil dort dieselbe Rolle spielt, wie bei uns der südliche. Nur aus der verändert erscheinenden Bewegungsrichtung der Sterne und aus der verkehrten Stellung der Sternbilder ergiebt sich, dafs man sich auf der anderen Erdhemisphäre befindet und nach Norden (nicht nach Süden) schaut.

Selbstverständlich findet ein ganz allmählicher Uebergang von den Verhältnissen der Nordhalbkugel zu denen der Südhalbkugel in der tropischen Zone statt. Am Aequator selbst steht ja die Sonne bald südlich, bald nördlich und die Erscheinungen gleichen sonach während eines Theils des Jahres denen der nördlichen, während des anderen Theils aber denen der südlichen Hemisphäre.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Californischen Erdbeben 1850-88 in ihrer Beziehung zu den Finsternissen.

Von **F. K. Ginzel,**

Astronom am Recheninstitut der Königl. Sternwarte in Berlin.

Die Falbsche Lehre vom Einflusse des Mondes auf die Witterung, Erdbeben und schlagenden Wetter, welche infolge der bei ihr angewendeten Verbreitungsmittel (durch populäre Schriften, Vorträge und Prophezeiungen) derzeit jedem Gebildeten bekannt ist, stützt sich auf die Annahme gewisser „Fluthkonstellationen", welche durch die Wirksamkeit einiger Stellungen des Mondes (und der Sonne) gegen die Erde angeblich eintreten sollen. Dieser letzteren Stellungen, „Fluthfaktoren", giebt es nach Falb („Umwälzungen im Weltall" S. 111) sieben, nämlich: I. Sonnennähe (1. Januar), II. Perigäum (Mondnähe), III. die Zeiten der Syzygien (Neu- und Vollmond), IV. Frühjahr- und Herbstäquinoctium (21. März und 23. September), V. Mondäquatorstand (wenn der Mond in der Aequatorebene der Erde steht), VI. die Quadraturen (erstes und letztes Mondviertel) und VII. die Stellung des Mondes in der Ekliptik. Jeder dieser „Fluthfaktoren" ist an und für sich wirksam auf die Bewegungen des Luftmeeres der Erde und des Erdinnern, von besonderer Kraft wird jeder dann, wenn er gleichzeitig mit einem zweiten oder dritten Fluthfaktor zusammenfällt. Auf diese Weise kommen die „starken" Neu- und Vollmonde zu stande. Gegenwärtig können höchstens 5 Faktoren als „kritischer Tag" zusammentreffen (Falb a. a. O. 113).

Bei den Finsternissen (Sonnen- und Mondfinsternissen) vereinigen sich immer zwei Fluthfaktoren (der III. und VII.), diese sind darum

besonders kritisch (Falb a. a. O. 112), namentlich aber, wenn sie mit Perigäum, Aequatorstand oder dem I. oder IV. Faktor in Verbindung treten. Dann sind solch' letztere Konstellationen für die Beförderung der Erdbeben sehr geeignet und ganz besonders gefährlich (Falb a. a. O. S. 223).

Obwohl die Sprache, die in den „Umwälzungen im Weltall" geführt wird, eine möglichst zuversichtliche und die ganze Sache als selbstverständlich betrachtende ist, erlauben wir uns beträchtliche Zweifel und wollen einmal hier eine Untersuchung über den Zusammenhang jener Erdbebenreihe mit Sonnen- und Mondfinsternissen an der Hand der Falbschen Fluthkonstellationen vornehmen, welche von 1769—1887 resp. 1888 in Californien, einem der erdbebenreichsten Länder, von dem Director der Lick-Sternwarte, Prof. Holden, aus den vollständigsten und zuverlässigsten Quellen gesammelt worden ist und deren schon in vorliegender Zeitschrift im Oktoberheft S. 54, 55 mit einigen Bemerkungen gedacht wurde.

Ich wähle hieraus (der Katalog führt gegen 1000 Erdbeben auf) die sämtlichen zwischen 1850—1888 vorgekommenen Erdbeben, welche sich mit Finsternissen irgend nur zusammenbringen lassen, jene vor 1850 deshalb nicht, weil erst mit diesem Jahre die Beobachtungsreihe eine vollständige wird und in früherer Zeit noch allzu lückenhaft ist. Zu den Fluthfaktoren*) mufs ich vorher bemerken, dafs der beweglicshte und am schnellsten veränderliche derselben der „Mondäquatorstand" ist; die tägliche Veränderung des Mondstandes gegen den Aequator beträgt zuweilen mehr als sechs Grad, und wenn man den Tag eines Erdbebens mit einem vier Tage später stattgehabten Aequatorstande in Beziehung bringen wollte, würde das so viel bedeuten als: der Mond war am Erdbebentage keineswegs mehr in der Nähe des Aequators, sondern mehr als 16 Grad nördlich oder südlich desselben!**)

*) Die Berechnung der Fluthfaktoren geschieht durchaus nicht, wie manche sich einbilden, nach weifs Gott was für komplizirten, von Herrn Falb ausgedachten Regeln: die Mondstände sind in den astronomischen Jahrbüchern immer auf einige Jahre im voraus genau angegeben und brauchen nur heraus geschrieben zu werden; für weiter zurückliegende Zeit existiren Tafeln, mit welchen man diese Ermittelungen unschwer ausführen kann.

**) Dennoch citirt Falb („Berliner Tageblatt" 1. Sept. 1887) gelegentlich der Konstellationen zu den Zeiten der Erdbeben von Andalusien (27. Feb. 1885), Kindberg (22. Sept. 1885), Belluno II (8. Aug. 1873) und Charleston (7. Feb. 1887) Mondäquatorstände, welche 3 Tage resp. 2 Tage, 4 Tage und 4 Tage vom Tage der Beben entfernt waren, als Beweis. Der Mond war in Wirklichkeit an diesen Erdbebentagen um 12 Grad über, 8 Gr. unter, 21 Gr. unter, resp. 17 Gr. über dem Aequator.

Auch das Perigäum müfste eigentlich nur mit den Erdbebentagen zusammengebracht werden, die wirklich auf den Perigäumtag fallen, denn 2 Tage später kann der Mond nicht mehr im Perigäum sein, sondern unter Umständen schon 1700 Meilen weiter entfernt. Es sollte also streng genommen nur mit jenen Fluthfaktoren gerechnet werden, die an demselben Tage zusammenfallen. Dennoch habe ich von der Dehnbarkeit der Falbschen Bedingungen im folgenden Gebrauch gemacht und möglichste Liberalität gegen dieselben walten lassen.

Zwischen 1850—88 fanden auf der Erde überhaupt 153 Finsternisse (91 Sonnen- und 62 Mondfinsternisse) statt. Die Erdbebenmeldungen, welche sich mit denselben in Beziehung bringen lassen, sind folgende:

	Erdbeben:	Finsternisse:	
1)	1850 Febr. 15.	1850 Febr. 12.	Sonnenf.
2)	„ Aug. 4.	„ Aug. 7.	„
3)	1852 Dez. 5., 17., 26.	1852 Dez. 11.	„
		„ „ 26.	Mondf.
4)	1854 Mai 13.	1854 Mai 12.	„
5)	„ „ 23., 29.	„ „ 26.	Sonnenf.
6)	1855 Okt. 27.	1855 Okt. 25.	Mondf.
7)	1856 Apr. 6.	1856 Apr. 5.	Sonnenf.
8)	1857 März 23.	1857 März 25.	„
9)	„ Nov. 15.	„ Nov. 18.	„
10)	1859 Aug. 10., 15.	1859 Aug. 13.	Mondf.
11)	„ „ 29.	„ „ 28.	Sonnenf.
12)	1861 Jan. 12.	1861 Jan. 11.	„
13)	1862 Juni 13., 14.	1862 Juni 12.	Mondf.
14)	„ Dez. 23.	„ Dez. 21.	Sonnenf.
15)	1864 Okt. 27., 29.	1864 Okt. 30.	„
16)	1865 Apr. 26., 27.	1865 Apr. 25.	„
17)	„ Okt. 3., 5.	„ Okt. 4.	Mondf.
18)	„ „ 20.	„ „ 19.	Sonnenf.
19)	1869 Jan. 28., 29., Feb. 1.	1869 Jan. 28.	Mondf.
20)	„ Feb. 10., 13.	„ Feb. 11.	Sonnenf.
21)	„ Juli 23., 24.	„ Juli 23.	Mondf.
22)	1871 Dez. 12.	1871 Dez. 12.	Sonnenf.
23)	1872 Mai 21.	1872 Mai 22.	Mondf.
24)	1873 Nov. 22.	1873 Nov. 20.	Sonnenf.
25)	1876 März 25.	1876 März 25.	„
26)	1877 Sept. 7.	1877 Sept. 7.	„
27)	1878 Juli 26.	1878 Juli 29.	„
28)	1880 Jan. 9.	1880 Jan. 11.	„
29)	„ Juni 24.	„ Juni 22.	Mondf.
30)	„ Dez. 14.	„ Dez. 16.	„
31)	„ „ 29., Jan. 1.	„ „ 31.	Sonnenf.
32)	1882 Nov. 11.	1882 Nov. 10.	„
33)	1883 Okt. 16.	1883 Okt. 16.	Mondf.
34)	„ „ 30.	„ „ 30.	Sonnenf.

35) 1884 März 25.	1884 März 27.	Sonnenf.
36) „ Apr. 11.	„ Apr. 10.	Mondf.
37) „ Okt. 2.	„ Okt. 4.	„
38) 1885 März 30., 31.	1885 März 30.	„
39) 1887 Aug. 17., 19.	1887 Aug. 19.	Sonnenf.
40) 1888 Jan. 29.	1888 Jan. 28.	Mondf.
41) „ Juli 11.	„ Juli 9.	Sonnenf.

Die Freude, welche jeder richtige Falbianer beim Anblick dieser Uebereinstimmung empfinden wird, dürfte voreilig sein. Denn erstens ist es in einem so erdbebenreichen Gebiete, wie das, aus welchem das Material stammt, unschwer, für jede Finsternifs sogleich ein Beben in der Nähe zu finden, da die letzteren sich jeden Monat mehrfach ereignen, bisweilen aber beinahe täglich eintreten und sich dann meist durch mehrere Wochen halten; und zweitens wird man aus der folgenden Zusammenstellung erkennen, dafs den obigen Finsternissen meist vereinzelt stehende Stöfse entsprechen, trotzdem bei mehreren aufser den Finsternissen noch weitere Fluthfaktoren verstärkend wirken. Zu einer aufmerksamen Betrachtung der folgenden Zusammenstellung mufs ich daher den Leser verbindlichst einladen. (In der folgenden Tabelle bedeuten „Äq.“ den Tag, an welchem sich der Mond im Aequatorstand [V. Fluthfaktor] befand, „P.“ den Tag, wann er in der Erdnähe war. Das Nichtvorhandensein einer dieser beiden Fluthfaktoren um die Zeit des Erdbebens resp. der Finsternifs ist durch Striche angedeutet, der abschwächende Fluthfaktor „Mondferne“ ist mit „A.“ (Apogäum) bezeichnet, die Gröfsen der Finsternisse [für S. Francisco berechnet] sind in Zollen ($^1/_{12}$ Sonnendurchmesser) ausgedrückt).

ad 1) Mehrere Stöfse. — [Sonnenfinst. 1850 Feb. 12., central, sichtbar: indisch. Meer, Sundainseln. — Äq. — P.]

ad 2) Scharfer Stofs. — [Sonnenfinst. 1850 Aug. 7., central: 2 · 2 Zoll. — Äq. 7. P]

ad 3) Eine ganze Reihe Bebungen begann mit dem 20. Nov. und setzte sich bis Januar fort, im Dezember (5., 17., 26.) namentlich im südlichen und mittleren Californien. — [Sonnenfinst. 1852 Dez. 11., centr.: Asien. — Äq. 9. P.]. [Mondfinst. 1852 Dez. 26., partiell, 8 · 3 Zoll, Californ. sichtbar. — Äq. — P.]

ad 4) Erdbeben (ohne Bezeichnung). — [Mondfinst. 1854 Mai 12., part. 3 · 2 Z., unsichtb. — Äq. 14. P.]

ad 5) Je ein Stofs. — [Sonnenfinst. 1854 Mai 26., centr. 8 · 2 Zoll. — Äq. 30. A.] Regelmäfsige Stöfse im Mai und April.

ad 6) Einige Stöfse. — [Mondfinst. 1855 Okt. 25., total, 17 · 7 Zoll, sichtb. 23 Äq. 23 P. 4 Fluthfaktoren.]

ad 7) Einzelner Stofs. — 1856 war besonders der Januar (2., 10., 21., 23., 29., 31. u. Feb. 15.) durch schärfere Stöfse ausgezeichnet. — [Sonnenfinst. 1856 Apr. 5., centr.: Südhalbkugel. 4 Äq. 4. P. 4 Fluthfaktoren.]

ad 8) Leichter Stofs. — Die im Dezember 1856 heftiger gewordenen Beben setzten sich 1857 mit zunehmender Heftigkeit fort und erreichten am

9. Januar das Maximum (Gebäudebeschädigungen). — [Sonnenfinst. 1857 März 25., centr.: 5·6 Zoll. 25. Äq. 26. P. Frühjahräquin. Also 5 Fluthfaktoren! Kritischer Tag I. Ordnung!]

ad 9) Vereinzelter leichter Stofs. — [Sonnenfinst. 1857 Nov. 18., centr.: Asien, Australien. — Äq. 17. A.]

ad 10) 10. Aug. schwerer Stofs, 15., 17. Eruption des Mt. Hood. — [Mondfinst. 1859 Aug. 13., tot., 21·9 Zoll, unsichtb. -- Äq. 12. A.]

*ad 11) Drei Stöfse. — [Sonnenfinst. 1859 Aug. 28., partiell, 6 Zoll in Südafrika u. südl. Meeren. 29. Äq. 27. P. -- 4 Fluthfaktoren!]

ad 12) Zwei einzelne scharfe Stöfse. — Eine gröfsere Zahl Stöfse fiel in den Juli (2., 3., 4., 5., 7. Juli). — [Sonnenfinst. 1861 Jan. 11., centr.: Australien, Südsee. — Äq. -- P.]

ad 13) Zwei leichte Stöfse. — [Mondfinst. 1862 Juni 12., tot., 14·2 Zoll, sichtb. — Äq. 11. P.]

ad 14) Einzelner Stofs. — [Sonnenfinst. 1862 Dez. 21, part., 8 Zoll in Asien. — Äq. 21. P.]

ad 15) Zwei leichte Stöfse, vereinzelt. — [Sonnenfinst. 1864 Okt. 30., centr.: Süd-Amerika, atlant. Oz. — Äq. 25. A.]

ad 16) Einige scharfe Stöfse. — [Sonnenfinst. 1865 Apr. 25., centr.: Süd-Amerika, Afrika. — Äq. 24. P.]

*ad 17, 18) Zwei Stöfse. — Schon am 23. September begannen Stöfse gleichzeitig mit einer Eruption des Mt. Hood, welch letztere bis 8. Oktober dauerte. Während dessen erfolgten Beben am 23. Sept., 1. Okt., 3., 5., 8. und erreichten am 8. Okt. das Maximum, weitere Stöfse folgten am 9., 12., 13., 14., 15., 16., 20. bis 27. Oktober. — [Mondfinst. 1865 Okt. 4., part., 4·2 Zoll, unsichtb.; 3. Äq. 5. P., also 4 Fluthfaktoren]. — [Sonnenfinst. 1865 Okt. 19., centr. 9 Zoll. 17 Äq. 19. A.]

ad 19) Gruppe leichter Stöfse. — [Mondfinst. 1869 Jan. 28., part., 5·6 Zoll, sichtb., — Äq. 29. P.]

ad 20) Zwei Stöfse. — [Sonnenfinst. 1869 Feb. 11., centr.: Südafrika, — Äq. 13. A.].

ad 21) Zwei Stöfse. — [Mondfinst. 1869 Juli 23., part., 6·8 Zoll, Beginn sichtb., — Äq. — P.]

ad 22) Beträchtlicher Einzelstofs. — [Sonnenfinst. 1871 Dez. 12., centr.: Südasien, Australien. — Äq. 12. P.]

ad 23) Stofs. — [Mondfinst. 1872 Mai 22., part., 1·6 Zoll, unsichtb. 19 Äq. 24. P.]

*ad 24) Scharfer Stofs mit beträchtlicher Ausbreitung. — [Sonnenfinst. 1873 Nov. 20., part., südliche Hemisphäre; — Äq. — P.]

*ad 25) Zwei leichte Stöfse. — [Sonnenfinst. 1876 März 25., cent., 8·8 Zoll, 25. Äq. 30. P. Frühjahräquin. Also 5 Fluthfaktoren!]

ad 26) Ein Stofs. — [Sonnenfinst. 1877 Sept. 7., part., südl. Hemisph. 8 Äq. 6. P. 4 Fluthfaktoren.]

ad 27) Einzelner Stofs. — [Sonnenfinst. 1878 Juli 29., centr., 8·8 Zoll, — Äq. 1. Mai P.]

ad 28) Stofs. — [Sonnenfinst. 1880 Jan. 11., centr., 11·5 Zoll, — Äq. 10. P. Bedeutendste Sonnenfinsternifs für S. Francisco während der Epoche 1822 bis 1888!]

ad 29) Stofs. — [Mondfinst. 1880 Juni 22., tot., 12·9 Zoll, Beginn sichtb. — Äq. 22. P.]

*ad 30) u. 31) Der Dezember 1880 war reichhaltig an Stöfsen: 7., 10., 12., 14., 19., 20., 21., 26., 29. Dez., 5—7 Jan. 1881. — [Mondfinst. 1880 Dez. 16., tot., 16·6 Zoll, Beginn sichtb., — Äq. — 18. A.]. [Sonnenfinst. 1880 Dez. 31., part., 3 Zoll in Deutschland. — Äq. 31. P.]

ad 32) Scharfer Stofs. — [Sonnenfinst. 1882 Nov. 10., centr.: Austral. gr. Ozean. — Äq. 6. A.]

ad 33) u. 34) Leichte und schärfere Stöfse in der Aufeinanderfolge am 8., 9., 10., 16., 22., 24., 30. Oktober. — [Mondfinst. 1883 Okt. 16., part., 3 · 3 Zoll sichtb. 14. Äq. 16. P.]. [Sonnenfinst. 1883 Okt. 30., centr.: gr. Ozean, — Äq. 30. A.]

ad 35) u. 36) Eine Reihe leichter Stöfse folgte am 15. März, 25. (scharf), 6. Apr., 8., 11., 17., 20. — [Sonnenfinst. 1884 März 27., part. (sehr unbedeutend). 26 Äq. 29. P. 4 Fluthfaktoren.]. [Mondfinst. 1884 Apr. 10., tot., 17 · 4 Zoll sichtb. — Äq. 13. A.]

ad 37) Ein leichter, ein scharfer Stofs. — [Mondfinst. 1884 Okt. 4., tot., 18 · 3 Zoll, unsichtb., 4. Äq. 7. P., 4 Fluthfaktoren.]

ad 38) Zwei Stöfse. — [Mondfinst. 1885 März 30., part., 11 Zoll, unsichtb. 29 Äq. — P.]

ad 39) Im August am 13., 17., 19., 24., Stöfse. — [Sonnenfinst. 1887 Aug. 19. centr.: Deutschland, Asien; — Äq. 21. P.]

ad 40) Leicht. — [Mondfinst. 1888 Jan. 28., tot., 19 · 9 Zoll, — Äq. — P.]

ad 41) Leicht. — [Sonnenfinst. 1888 Juli 9., part., südl. Hemisph., — Äq. — P.]

Die neben den Finsternissen angesetzte Fluthkonstellation läfst besonders in den mit * markirten Fällen erkennen, dafs es sich bei den gleichzeitigen oder der Zeit nach nicht weit abliegenden Beben um Zufälligkeit und nicht um Folgen jener Konstellationen handelt. Die 5 Fälle, wo 4 bis 5 Fluthfaktoren zusammenwirkten, also ganz besonders „kritische“ Tage waren (ad 8. 11. 17. 25. 37) brachten gar nichts Besonderes; in dem Falle von 1865 sind die Finsternisse vom 4. und 19. Oktober so unschuldig wie nur irgend möglich, denn die bis Ende Oktober dauernden Beben waren eine Folge der Eruption des Mount Hood im September, nicht der Finsternisse, und am Tage vor der Eruption war der Mond in der Erdferne. Auch die Finsternisse im Dezember 1880 und Oktober 1883 beweisen nichts, sie fallen eben zufällig in eine bebenreiche Periode. Die gröfste Sonnenfinsternifs, die San Francisco zwischen 1822—88 gehabt hat, nämlich die vom 11. Januar 1880, brachte, obwohl die Mondnähe verstärkend mitwirkte, einen der leichten Stöfse, wie sie in San Francisco jede Woche vorkommen. Den scharfen Stofs vom 22. Nov. 1873 mufste die verschämt kleine Sonnenfinsternifs vom 20. Nov. von der südlichen Erdhemisphäre aus allein besorgen, da es um diese Zeit keinen „Aequatorstand“ und keine „Mondnähe“ als Hilfskräfte in der Nähe gab.

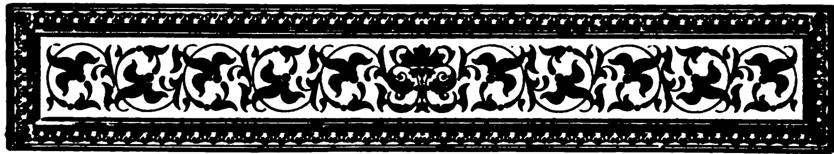
(Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, dafs zu den Zeiten der folgenden centralen, in Californien sehr auffällig gewesenen Sonnenfinsternisse, nämlich 1822 Febr. 21, 1834 Nov. 30., 1860 Juli 18., 1869 Aug. 7. und 1885 März 16. keine Erdbeben aus Californien gemeldet werden.)

Mancher wird nun sagen, dafs es leicht möglich sei, dafs zu den

153 Finsternissen, die zwischen 1850—88 auf der Erde überhaupt stattgefunden haben, viele gleichzeitige Erdbeben gefunden werden könnten, die sich an anderen Orten der Erde ereignet haben und also aus Californien nicht gemeldet werden können. Gewifs liefsen sich solche und zwar für jede Finsternifs finden. Der Leser kann sich aus den Erdbebenlisten der neueren Zeit (z. B. aus der Sammlung der Erdbeben des Jahres 1888 in der Zeitschrift „l'Astronomie" September- und Oktoberheft 1889) überzeugen, dafs es tagtäglich auf der Erde irgendwo bebt. (Man sehe die Mittheilung über die Erdbeben Japans in der Zeitschrift „Himmel und Erde" Novemberheft 1889). Es ist also keine besondere Kunst, für jede Finsternifs ein Erdbeben als dessen Folge hervorzusuchen. Aber ist dies Beweis-Verfahren wissenschaftlich? Wir wollen das später beantworten.

(Schlufs folgt.)





Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft.

Von **Prof. Dr. R. Börnstein** in **Berlin**.

(Schlufs.)

Wenden wir uns nun zu den atmosphärischen Gezeiten, so können die Betrachtungen über Veränderlichkeit der Schwere auch hier in ganz derselben Art wie bei der Meeresfluth zu Grunde gelegt werden. Denn auch die Luft ist schwer, ein Kubikmeter atmosphärischer Luft bei 0° und dem mittlern Barometerstand von 760 mm wiegt 1,293 Kilogramm. Und die Verhältnisse, welche auf die Gezeiten einwirken, sind hier viel einfacher, weil die Bewegungen in der Luft nahezu ungehindert vor sich gehen können. Auch die höchsten irdischen Gebirge überragen nicht ein Fünftel der Atmosphäre, so dafs die Unebenheiten der Erdoberfläche nur als mäfsige Erhebungen und Senkungen auf dem Boden des Luftmeeres zu betrachten sind. Man darf sich darum die Fluth und Ebbe der Luft sehr viel regelmäfsiger vorstellen, als die Gezeiten des flüssigen Meeres, und es ist wenigstens zu vermuthen erlaubt, dafs an der obern Grenze der Atmosphäre Schwankungen stattfinden, welche der Fluth und Ebbe des Meeres entsprechen, jedoch ohne solche Störungen, wie sie die aus dem Meer aufragenden Ländermassen erzeugen, und also ohne eine der Hafenzeit entsprechende Verzögerung. Vergebens suchen wir aber nach einer Möglichkeit, diese vermutheten Gezeiten der Luft auch wirklich durch Beobachtung oder Messung nachzuweisen. Denn da wir allein auf dem Grunde des Luftmeeres unsere Erfahrungen sammeln können, müfste das Suchen nach jenen Vorgängen sich beschränken auf die genaue Erforschung der Aenderungen im Luftdruck, von welchen die vermutheten Schwankungen der Lufthöhe wahrscheinlich begleitet sind. Unsere vorher ausgeführte Rechnung ergiebt aber als höchstmögliche Mondwirkung eine Aenderung der Schwere um



Eine ideale Landschaft aus der Steinkohlenzeit.
Nach dem Original von Olof Winkler in Dresden.

ein Zehnmilliontel; um denselben Bruchtheil kann sich die Höhe und mit ihr der Druck der gesamten Luftsäule, die über dem Beobachtungsort steht, verändern. Der gewöhnliche Betrag des Luftdrucks am Erdboden ist 760 mm Quecksilberdruck, also würde 0.000 076 mm die Mondwirkung darstellen. Culminiren Mond und Sonne zusammen im Zenith (resp. Nadir), was aber nur unter den Tropen und bei Neu- oder Vollmond vorkommen kann, so wächst jener Betrag noch um die Hälfte, und es kann also diese „atmosphärische Springfluth" den Barometerstand um ein Zehntausendstel eines Millimeters erhöhen. Derartig kleine Aenderungen aber vermögen wir nicht zu messen, und wenn man sie etwa aus Mittelwerthen des Luftdrucks bei vielen auf einanderfolgenden Culminationen, resp. Auf- und Untergängen des Mondes berechnen wollte, so würde zwar die Genauigkeit des Resultats in geradem Verhältnifs zur Zahl der verwendeten Barometerablesungen stehen; um indessen noch Zehntausendstel des Millimeters (oder eigentlich noch kleinere Beträge) mit Sicherheit festzustellen und die etwa erkennbare Gezeitenbewegung von den vielen und grofsen Schwankungen des Luftdrucks, die aus anderen Ursachen herrühren, zu trennen, müfste man eine sehr bedeutende Zahl von Beobachtungen der Rechnung zu Grunde legen. Laplace[2]) entnimmt aus Pariser Barometerständen und aus den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dafs mindestens 40 000 Beobachtungen erforderlich wären, um sichere Angaben über die atmosphärischen Gezeiten zu erlangen.

Dennoch hat man vielfach versucht, die Fluth und Ebbe des Luftmeeres durch Zusammenstellung von Barometerständen herauszurechnen. Dafs der Mond einen Einflufs auf das Wetter haben müsse, ist ja ein alter und weit verbreiteter Glaube, und es lag nahe genug, den beweislosen Volksglauben durch die unzweifelhaften Ergebnisse von Beobachtung und Rechnung ersetzen zu wollen. Doch haben die hierauf gerichteten Bestrebungen einen sichern Erfolg noch nicht gehabt, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

Bouvard[3]) stellte die dreimal täglich zu Paris abgelesenen Barometerstände von $11^3/_4$ Jahren zusammen und fand darin den Einflufs des Mondes unmerklich.

Kreil[4]) benutzte nahezu 8000 in 13 Monaten zu Prag gemachte

---

[2]) Laplace, Ann. d. chim. (2) XXIV. 281, 1823; Pogg. Ann. XIII. 141, 1828.

[3]) Bouvard, Mém. de l'acad. roy. des sciences, T. VII p. 267; im Auszug Pogg. Ann. XIII. 137—149, 1828.

[4]) Kreil, Abh. d. Kgl. böhm. Ges. d. Wiss. (5) II. Abhandl. 33—48, 1841/42.

Ablesungen des Luftdrucks; es ergaben sich für Sommer und Winter ganz verschiedene Schwankungen, und auch das Gesamtergebnifs der untersuchten Zeit läfst keine deutliche Beziehung zu den Mondstunden hervortreten.

Dagegen entnahm Ballo[5]) aus Königsberger astronomischen Beobachtungen und den dabei auftretenden Aenderungen der atmosphärischen Strahlenbrechung, dafs bei jeder Mondculmination das Barometer fällt, bei Auf- und Untergang des Mondes dagegen steigt. Der Betrag der Schwankung wird zu fast 0,6 mm angegeben.

Hiermit sowie mit den vorher erwähnten Resultaten stehen in völligem Gegensatz die Untersuchungen, welche von mehreren Forschern an Küsten oder auf Inseln angestellt wurden. Es haben nämlich Sabine auf St. Helena, Elliott in Singapore, Neumayer in Melbourne und Bergsma in Batavia[6]) den Gang des Luftdrucks während des scheinbaren täglichen Mondumlaufs untersucht und dabei der Erstere täglich je 12, die Anderen je 24 Barometerablesungen während mehrerer Jahre zu Grunde gelegt. Alle diese Arbeiten stimmen darin überein, dafs der Luftdruck während der Culmination oder unmittelbar nachher seinen höchsten Werth erreicht, beim Auf- und Untergang des Mondes dagegen Minima hat. Die Gröfse der gesamten Schwankung beträgt etwa 0,1 mm.

Diese Arbeiten sind die einzigen, in welchen die Natur der beobachteten Schwankung und die Eintrittszeit ihrer verschiedenen Phasen mit denjenigen Thatsachen übereinstimmt, welche wir nach Analogie der Meeresgezeiten erwarten durften. Freilich die Höhe der scheinbar nachgewiesenen Luftfluth ist unerwartet grofs, denn nur ein Tausendstel derselben würde der Theorie entsprechen. Wir müssen einerseits bei dem wissenschaftlichen Ansehen der genannten Forscher, sowie bei der Uebereinstimmung ihrer Ergebnisse die geschilderten Schwankungen des Luftdrucks auf Mondwirkung zurückführen, denn auf keine andere Art wäre das zeitliche Zusammenfallen dieser Schwankungen mit den Culminationen des Mondes zu erklären. Aber anderer-

---

[5]) Ballo, Einflufs der atmosphärischen Ebbe und Fluth auf den Barometerstand und die astronomische Refraction. Königsberg 1859.

[6]) Sabine, Phil. Trans. London, 1847, I. 45—50. — Elliott, Phil. Trans. London, 1852, I. 125—129. — Neumayer, Proc. Roy. Soc. London, XV, 489. 1867; Referate Oest. Zeitschr. f. Met. IV. 606—607, 1869 u. Naturf. I, 192. 1868. — Bergsma, Versl. en Mededeel. d. Kon. Akad. van Wetensch. Afdeel. Natuurk. (2) V, 7—16. Amsterdam 1871; Magnet. and Meteor. Obs. Batavia, I, 1871; III, 1878; V, 1882. Referat Oest. Zeitschr. f. Met. XV, 140—146. 1880.

seits zwingt uns die Gröfse der Schwankungen dazu, eine bisher noch nicht von uns berücksichtigte Beziehung zu suchen, welche allen gewonnenen Erfahrungsthatsachen gerecht wird. Auf eine solche Beziehung weist bereits Laplace[7]) hin, indem er für das Auftreten atmosphärischer Gezeiten folgende drei möglichen Ursachen zusammenstellt:

1. Directe Wirkung von Sonne und Mond auf die Atmosphäre.

2. Periodische Hebung und Senkung des Oceans, als der beweglichen Unterlage des Luftmeeres.

3. Anziehung der Luft durch das Meer, dessen Gestalt periodisch wechselt.

Die Bemerkungen, welche Laplace daran knüpft, sind so lehrreich, dafs sie hier einen Platz finden mögen. Sie lauten:

„Welchen Einflufs haben aber die erwähnten drei Ursachen der atmosphärischen Fluth? Dies ist schwer zu beantworten. Die geringe Dichte des Meeres in Vergleich mit der mittlern Erddichte macht es unmöglich, der periodischen Gestaltsänderung des Meeres einen merklichen Einflufs (nämlich auf die Anziehung) zuzuschreiben. Ohne die Nebenumstände würde in unseren Breiten die directe Mondwirkung unmerklich sein. Zwar haben diese Nebenumstände einen grofsen Einflufs auf die Höhe der Fluth in unseren Häfen, da aber die Luft weit weniger unregelmäfsig als das Meer über die Erde verbreitet ist, so mufs der Einflufs der Nebenumstände auf die atmosphärische Fluth weit geringer sein, als auf die Meeresfluth. Diese Betrachtungen führen mich darauf, in unseren Breiten die periodische Hebung und Senkung des Weltmeeres als Hauptursache der atmosphärischen Mondfluth anzusehen. Tägliche Barometerbeobachtungen in Häfen, wo die Fluth eine grofse Höhe erreicht, würden diesen sonderbaren Punkt in der Meteorologie aufklären."

Die zuletzt erwähnten Beobachtungen sind nun in der That angestellt worden. Sie ergeben, wie wir sahen, Schwankungen des Luftdrucks, welche zu grofs sind, als dafs sie der ersten jener drei Ursachen zugeschrieben werden könnten; auch die dritte kommt aus den von Laplace erwähnten Gründen nicht in Betracht. So bleibt also nur die zweite übrig, um die Schwankungen, deren zeitliche Vertheilung ihre Abhängigkeit vom Monde zweifellos macht, zu erklären. Es erscheint dies um so eher begründet, als ja die Beobachtungen, bei welchen atmosphärische Gezeiten von der Art der Meeresgezeiten

[7]) Laplace, Traité de Mécanique céleste V. 163, 1825; Ann. d. chim. (2) XXIV. 281, 1823; Pogg. Ann. XIII. 138—141, 1828.

erkennbar sind, sämtlich von solchen Orten stammen, die auf Inseln (St. Helena, Batavia) oder an Küsten (Singapore, Melbourne) liegen. Hier werden die unteren, auf der Meeresfläche ruhenden Luftmassen von jeder Aenderung des Wasserspiegels mitbetroffen. Hebt sich in der Fluth das Meer, so drückt es die Luft nach oben hin zusammen; mit der Ebbe erhält die Luft wieder Raum und kann sich nach unten ausdehnen, und demnach sind Fluth und Ebbe des Meeres von Steigen und Sinken des Luftdrucks begleitet. Zwar wird sich diese unten erzeugte Druckschwankung in der sehr elastischen Luft nach oben und seitwärts fortpflanzen und vertheilen, so dafs die volle Wirkung nicht auf die untersten Luftschichten beschränkt bleibt, aber wenn auch eine genaue rechnerische Verfolgung des Vorganges sehr schwierig sein dürfte, kann doch immerhin als sicher gelten, dafs ein gewisser Theilbetrag jener Schwankung wenigstens in der Nähe des Meeres noch durch das Barometer erkennbar sein mufs. Wenn nun die Fluthwelle des Oceans begleitet von einer Luftverdichtung sich dem Lande nähert, so wird bei abnehmender Wassertiefe die Meeresfluth genöthigt, sich der Boden- und Küstengestalt anzupassen und ihre Wasser durch die gerade vorhandenen Räume und Kanäle hindurchzuzwängen, um mit der als „Hafenzeit" uns schon bekannt gewordenen Verspätung die Küsten zu treffen. Die Luft dagegen findet solche Hindernisse nicht, sondern wogt frei über Wasser und Land, und ihre vom Meere stammenden Druckschwankungen verschwinden durch Ausgleichung allmählich in entsprechender Entfernung von der Küste. So können wir als Bestätigung dieser Betrachtung den Umstand ansehen, dafs die Angaben des Barometers bei den vorher erwähnten Untersuchungen keine erhebliche Hafenzeit erkennen lassen, vielmehr mit der Mondstellung im directen zeitlichen Zusammenhang erscheinen, und dafs insbesondere diese Schwankungen des Luftdrucks unabhängig von der Eintrittszeit der Meeresgezeiten an den nächstgelegenen Küstenorten auftreten. Wie sehr die Hafenzeit von der Lage des einzelnen Ortes abhängt, geht aus der grofsen Verschiedenheit derselben innerhalb geringer Abstände hervor. So trifft z. B. die Fluth des Meeres in Helgoland $1^1/_4$ Stunde früher, in Hamburg dagegen fast $4^1/_2$ Stunde später ein, als in Cuxhaven; in Dover $3^1/_2$ Stunde früher und in Hull $4^1/_2$ Stunden später, als in London; in Cherbourg 4 Stunden später als in Brest, und es wäre leicht, diesen Beispielen zahlreiche ähnliche hinzuzufügen. Diejenigen Umstände aber, welche die Hafenzeit der Meeresgezeiten so auffallend und mannigfaltig beeinflussen, wirken nicht auf die vom offenen Meer herankommenden baro-

metrischen Druckschwankungen, also sehen wir die letzteren fast ohne zeitliche Verschiebung gegen die Mondstellungen auftreten.

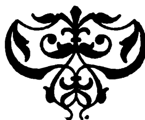
Wären die an den Küsten- und Inselstationen beobachteten barometrischen Aenderungen nicht aus der Bewegung des Meeresspiegels entstanden, sondern aus irgend einer andern, vom Meere unabhängigen Ursache, so müfste man ähnliche Vorgänge in der Luft auch an Orten des Binnenlandes wahrnehmen können. Das ist aber nicht der Fall, sondern wie oben erwähnt, haben die hierauf gerichteten Untersuchungen kein irgendwie deutliches Ergebnifs gehabt.

Und hieraus müssen wir schliefsen, dafs ein auf Erfahrung gestützter Nachweis atmosphärischer Gezeiten überhaupt nicht geführt ist und wohl auch kaum je gelingen wird, weil die in der Luft vorhandene Gezeitenbewegung zu klein für unser Wahrnehmungsvermögen ist. Nur eine indirecte Wirkung des Mondes auf die Luftdruckvertheilung in der Nähe des Meeres ist erkennbar, eine Wirkung, die ihren Ursprung in den untersten Luftschichten hat und nicht weit über diese hinausreichen kann.

Für die in alter und neuer Zeit stets gesuchte und zuweilen behauptete Beziehung zwischen dem Monde und der Witterung haben unsere Studien keinerlei Resultat ergeben. Wenn der Mond auf das Wetter überhaupt einen Einflufs hat, so beruht derselbe nicht auf der atmosphärischen Fluth und Ebbe.

Berichtigung.

In diesem Aufsatz mufs auf Seite 210 des vorigen Heftes dieser Zeitschrift dreimal, und zwar in der 7., 11. und 12. Zeile statt des Buchstaben E gelesen werden „C und D“.





Der zwölfzöllige Refraktor der Urania in Berlin.



Die Urania nach ihrer Fertigstellung.

Bericht des Direktors **Dr. M. Wilhelm Meyer.**

(Schlufs.)

Man möge es mir erlauben, ehe ich meine Darstellung der Einrichtungen unserer Anstalt fortsetze, eine Abschweifung auf ein scheinbar sehr fernliegendes Gebiet einzuflechten, dessen Zusammenhang mit den Zielen der Urania bald zu Tage treten wird.

Die Physik, welche in letzter Linie die Aufgabe verfolgt, den geheimnifsvollen Kräften nachzuspüren, die in der Materie verborgen, die bewunderten Erscheinungen und Bewegungen derselben hervorbringen, hat längst eine Reihe von Definitionen solcher verschiedenen Kräfte aufgestellt, welche im Kerne aller Dinge verborgen ruhen und sich nach aufsen strahlend bethätigen sollen. Aber es geht, namentlich in jüngster Zeit, ein bedeutungsvoller Zug durch die Entwickelung unserer Grundbegriffe über diesen letzten Urgrund der Erscheinungen. Man beginnt allmählich unter der Zahl der Kräfte aufzuräumen, gegen deren geisterhaft unsichtbares Wesen sich unsere aus der Erfahrung konstruirende Vernunft unwiderstehlich sträubt. So ist man gegenwärtig im Begriff, die Elektrizität als selbständige, völlig eigenartige Erscheinungsform aus der Welt zu schaffen. Licht und Elektrizität bringt man in immer innigere Verbindung. Man wird also auch sagen können „Elektrizität ist Bewegung", Bewegung, allerdings hervorgerufen durch eine andere unbekannte Kraft, welche der gemeinsame Urgrund vielleicht aller jener strahlend auftretenden Erscheinungen der Elektrizität, des Lichtes, der Wärme und auch der allgemeinen Gravitation ist. Selbst die chemischen Wirkungen, jene seltsam wählerischen Kräfte, welche den verschiedenen Stoffen in so verschiedenem Grade zuertheilt scheinen, versucht man längst aus der ewig gleichbleibenden Anziehung der einzelnen Moleküle einheitlich

zu erklären, indem man nur die verschiedon geformten, sich gegen einander bewegenden kleinsten Theile entsprechend ihrer Form sich verschieden gruppiren läfst. Auch hier ist also nur scheinbare Veränderung, welche nur veränderten Lage- und Bewegungs-Verhältnissen folgt, keine Veränderung an sich, kein Schauplatz neuer Kräfte.

Und auch die allgemeine Anziehung will man versuchen als einen blofsen Bewegungs-Zustand des Aethers aufzufassen. Geradlinig den leeren Raum durchschiefsende Uratome stofsen die massigen Körper vor sich her von allen Seiten, und nur wo eine andere Masse als Schirm für diese Stöfse dient, dahin kann der allseitig gestofsene Körper ausweichen. Die Erde beispielsweise, so meinen die Anhänger dieser Idee, welche wohl allerdings der Bestätigung durch das Experiment noch bedarf, ist für den fallenden Stein ein solcher Schirm. Von diesem Schirm prallen eine Unzahl von stofsenden Aetheratomen zurück, so dafs sie, wenn auch ursprünglich in gerader Richtung auf den Stein lossteuernd, ihn nicht erreichen, während von oben her der freie Weltraum kein Hindernifs bietet. Nach dieser Anschauung wohnt also der Erde oder der Sonne oder irgend einem Weltkörper durchaus keine geheimnifsvolle Kraft inne, welche durch den leeren Raum hindurch ausstrahlt und den angezogenen Körper wie mit riesigen, unsichtbaren Tentakeln umgarnt und zu sich hinzerrt. Die Erde weifs nichts von dem fallenden Steine, wie der Baum nichts von dem Schatten, den er wirft. Also auch der Anziehungskraft geht man auf den Leib; man sucht auch sie als eine Bewegungserscheinung aus der Urbewegung der Atome zu erklären, welche seit Ewigkeit war und für welche es keiner weiteren Erklärung bedarf, weil von den beiden Zuständen, die einem Ding überhaupt anhaften können, der Ruhe oder der Bewegung, die erstere aufser dem Bereiche unserer Erkenntnifs liegt. Ruhe haben wir nirgends an irgend einem Dinge beobachtet, nicht einmal relative Ruhe zu unserm bewegten Weltkörper. Ruhe ist eine Abstraktion, welche niemals durch irgend eine Erfahrung als vorhanden oder möglich nachgewiesen ist. Bewegung ist überall; sie ist die unverwüstliche Ureigenschaft aller Materie.

In letzter Linie, so hofft man, wird sich defshalb jede beobachtete Kraftäufserung auf eine Umsetzung jener ursprünglichen geradlinigen, gleichmäfsig schnellen Bewegung der sonst eigenschaftslosen Atome zurückführen lassen. Wollen wir also den Urgrund der Dinge erkennen, so müssen wir ihre Bewegungen studiren: Jene Bewegungen, welche die Atome des Astronomen, die Millionen Sonnen, in eilendem Laufe durch den Weltraum führen ebensowohl, wie jene Gegenstände,

welche in unseren Händen ein Spiel der Naturkräfte sind, und endlich auch jene allerkleinsten Wesen, bis zu denen unsere schärfsten Mikroskope hinabdringen. Alle diese Bewegungen sind ohne allen Zweifel Folgen einer einzigen an sich unwandelbaren Ursache: Es mufs ein Gemeinsames geben zwischen den Eigen-Bewegungen der Sonnen im Milchstrafsengürtel, wodurch sich die Konstellationen über uns im Lauf der Jahrmillionen anders gruppiren, und jenen Bewegungen der allerkleinsten Theile, welche wir etwa als Wärme, Elektrizität oder chemische Affinität als vorhanden vermuthen müssen. Die Atome, welche sich in dem chemischen Molekül zusammenfinden und durch die Dazwischenkunft einer fremden Gruppe von Atomen sich anders ordnen, das sind Sonnen, wie jene am Himmel; ihre Bewegung mufs denselben Grundgesetzen gehorchen.

So thürmen sich drei ungeheure Stockwerke übereinander, welche das Weltgebäude bilden und einer gemeinsamen Hausverwaltung unterworfen sind. Das oberste Stockwerk birgt die Welt des unfafsbar Grofsen; der Astronom ist hier zu Hause. Im tieferen, dem Erdgeschofs, wohnt der Mensch, umgeben von den Dingen, die er greifen und begreifen kann. Hier ist das Reich des Physikers. Ihm folgt endlich die Stufe des unfafsbar Kleinen, die uns das Mikroskop erschliefst. Alle diese drei Stockwerke greifen so unmittelbar in einander, dafs heute kaum eines noch ohne das andere zu denken ist. Aber immer noch mehr müfsen die hier waltenden Forscher Hand in Hand arbeiten, um dem letzten Urgrunde der Dinge näher und näher zu kommen. Nimmermehr wird einer unter ihnen oder werden selbst die vereinigten Forscher eines dieser Stockwerke den Schleier lüften, der den geheimnifsvollen Begriff der Kraft heute noch dicht umhüllt. Nicht nur im technischen Sinne ist das Mikroskop ein umgekehrtes Fernrohr, es ist ein Fernrohr in Wahrheit, mit dem man Weltsysteme übersieht von einem Umfange, den kein Fernrohr der Astronomen jemals in jenem obersten Stockwerk der Natur umspannen wird, wo wir einige Atome zu dem Molekül zusammenfassen lernen, das wir unsern Milchstrafsengürtel nennen. Das Mikroskop wird das Weltbild vervollständigen müssen, von welchem die gewaltige, weltdurchdringende Kraft unserer Riesenfernrohre eben nur einige wenige Mosaiksteine umfafst. Denn im Mikroskop sehen wir, was die Natur aus solchen Steinen baut: Die Elemente übersieht der Mikroskopist bereits im ganzen. Er sieht das Bild, nicht die einzelnen Mosaiksteine, wie der Astronom. Deshalb erscheint es gewissermafsen als ein Vorzug, dafs das Mikroskop noch längst nicht imstande ist,

zu den Molekülen oder gar den Atomen vorzudringen, denn diese mufs man sich noch ungemein viel kleiner denken als die kleinsten Körper, die wir im Mikroskope noch einzeln unterscheiden können.

Dennoch möchte es uns zuweilen so bedünken, als ob wir uns nicht allzuweit von jener untersten Grenze entfernt befinden. Wir können es uns nicht anders vorstellen und alles deutet darauf hin, dafs die Moleküle der verschiedenen Körper gewisse einfachste geometrische Gestalten besitzen, deren verschiedene Gruppirungen und Bewegungen ihre verschiedenen Eigenschaften bedingen. Nun zeigt es sich andererseits, dafs die kleinsten Lebewesen, welche wir im Mikroskope noch wahrnehmen können, sich aus Kiesel- oder Kalkmolekülen Panzer von genau geometrischen Formen aufbauen.

Die Umrisse der Diatomeenschalen sind wie auf dem Reisbrett mit Zirkel und Lineal vorgezeichnet und selbst die zierlichen Muschelschalen ähnlichen Foraminiferen oder auch die noch complicirteren Globigerinen, welche den Schlamm unseres Meeresbodens bilden, zeigen noch verhältnifsmäfsig einfache Kurven, die geometrisch genau leicht zu reproduciren sind. Sehr complicirte Mittel und Wege — so sollte man wenigstens denken — kann die Natur kaum angewandt haben, um diese Gehäuse ihrer niedrigst stehenden lebenden Geschöpfe zu bauen. Und in der That habe ich einmal eine Diatomeenschale von grofsen Dimensionen von Menschenhand auf die einfachste Weise erzeugen sehen. Herr Professor Decandolle in Genf machte das Experiment in der dortigen physikalischen Gesellschaft. Ein rundes Gefäfs, wie eine Schachtel, das oben mit einem Glasdeckel verschlossen war, wurde soweit mit Wasser gefüllt, dafs nur eine verhältnifsmäfsig kleine Luftblase darin zurückblieb. Auf dem Grunde des Gefäfses lag etwas feiner Sand. Wenn man dieses Gefäfs auf eine drehbare Scheibe stellte und es nun in bestimmten Intervallen hin und her rotiren liefs, so lagerte sich der Sand in ganz bestimmten Rippen auf dem Grunde des Gefäfses ab, und die Zeichnung gewann schliefslich eine ganz frappante Aehnlichkeit mit einem der vorhin erwähnten Diatomeenpanzer oder mit einer Chladnischen Klangfigur. Erstere aber sind auch solche geschlossenen Gefäfse, welche, wie beobachtet worden, gleichfalls solche ruckweisen Bewegungen ausführen. Stellt man sich nun die Kieselatome, welche den Panzer bilden, als Sandkörner vor, welche gelegentlich frei im Innern des Thierchens umherflottiren können, so müfsen sie, wie das Experiment beweist, nothwendig sich an jenen Stellen absetzen, wo es in der That geschieht, und der ganze Vorgang hat durchaus nichts Unbegreifliches mehr für uns.

Doch genug solcher Spekulationen, die durchaus nichts Anderes bezwecken sollten, als zu zeigen, wie zur Vervollständigung des Naturbildes, welches wir unseren Besuchern in der Urania durch lebendige Anschauung vor die Augen — und nicht nur die leiblichen, sondern ganz besonders auch die inneren, tiefer blickenden — stellen, das Mikroskop gleichberechtigt neben dem Fernrohr und dem Apparatenpark des Physikers auftreten mufste, wenngleich die Welt, welche es uns hauptsächlich vorführt, die lebendige Natur, scheinbar wohl von anderen Gesetzen aufgebaut und verwaltet wird, als die des Physikers und Astronomen. Dafs die letzten Grundursachen der sichtbaren Lebensthätigkeit keine anderen sein werden als die, welche die Bewegungen rings im Weltall beherrschen, davon ist man längst überzeugt und jede wichtige Entdeckung auf dem Gebiete der Erforschung des Lebensprozefses, zum grofsen Theil gelungen durch die erschliefsende Kraft des Mikroskopes, ordnet eine beobachtete, ehemals räthselhaft erscheinende Bewegung oder Veränderung im lebendigen Organismus bekannten physikalischen Gesetzen unter.

Durch die vorangegangenen Betrachtungen ist es zur Genüge dargethan, welche Stellung die mikroskopisch-biologische Abtheilung der Urania im Gefüge der ganzen Anstalt einzunehmen hat und unter der geistvollen Leitung des Herrn Professor Preyer mehr und mehr auch erringt, wenngleich eben alle unsere Einrichtungen in ihrer Entstehung sich ihr Gebiet erst nach und nach selbst umgrenzen müssen. Wir sind weit entfernt, ein irgendwie vollständiges Bild der lebendigen Natur, auch nur soweit sie das Mikroskop erschliefst, geben zu wollen, wir können dem Naturkunde-Museum keine Konkurrenz machen. Unser Bestreben ist es vielmehr, in einzelnen herausgegriffenen und durch die unmittelbare Anschauung besonders frappant wirkenden Beispielen die Schaffensthätigkeit der Natur auch in diesen kleinsten Ausdehnungen vorzuführen und dadurch zum Nachdenken über das Gesehene und zum weiteren Studium darüber anzuregen. Es sei mir schliefslich erlaubt, nur einiges aus den Hunderten von interessanten Objekten herauszugreifen, welche in dieser Abtheilung zur Schau gestellt werden.

Längs der westlichen Hälfte der Nordseite des grofsen Physiksaales, welche auf den beiden dem Februar-Hefte beigegebenen Photographien dieses Raumes nicht mit abgebildet ist, dann auch längs des Westfensters und endlich unter dem grofsen Oberlichte auf einem runden Tische, der auf dem Bilde vom mittleren Theile des Physiksaales sichtbar ist, sind im ganzen fünfzig zusammengesetzte Mikro-

skope und viele andere, das Sehen erleichternde Lupen-Vorrichtungen, sowie auch mancherlei makroskopische Objekte aufgestellt.

Zunächst bewundern wir an ganz vorzüglich präparirten Dünnschliffen die entzückende Farbenwirkung des polarisirten Lichtes. Hier befinden wir uns noch ganz auf physikalischem Gebiete, und es möchte uns gelüsten, im Mikroskop direkt der gitterartigen Gruppirung der Moleküle nachzuspüren, welche allerdings nur das geistige Auge des Forschers als Ursache dieses wunderbaren Auswählungsprozesses innerhalb der bewegten Lichtwellen zu erkennen glaubt, den ein alter, sehr ungeeigneter Sprachgebrauch mit Polarisation des Lichts bezeichnet hat. Von diesen Präparaten krystallinischer Gesteine, deren gruppirte, wohl geordnete molekulare Zusammensetzung eben durch diese polarisirende Wirkung verrathen wird, scheint uns der Uebergang zu den sich sehr oft der Krystallform merkwürdig nähernden Kiesel- und Kalkpanzern der Diatomeen, Foraminiferen und Radiolarien, welche uns eine Reihe anderer Mikroskope in theils sehr werthvollen, aus den gröfsten je erreichten Meerestiefen heraufgeholten Proben vorweisen, nicht eben sehr sprunghaft.

Aber wir müssen nun weiter gehen in räthselvollere Gebiete der Naturthätigkeit. Wir sehen die feinen Gewebe der Pflanzen zu zierlichen Spitzendessins geordnet; aber die feinsten Brüsseler Spitzen mit dem blofsen Auge betrachtet, sind ein grobes Fadengeflecht gegen diese Arbeit der Natur in hundert- und mehrfacher Vergröfserung gesehen. Hier drängen sich die Kapillarröhrchen von kaum noch im Mikroskop mefsbarer Feinheit dicht aneinander. Die in ihrem Innern wohnende Kraft der besonderen Anziehung ihrer Gefäfswände überwindet hier die allgemeine Schwerkraft und besorgt so die Zirkulation der Säfte, welche zur Ernährung der Pflanze dienen. Auch gehen hier in sehr engen Räumen die chemischen Zersetzungen und Verbindungen vermöge dieser Kapillar-Anziehung in anderer Weise vor sich als in grofsen Gefäfsen. Es ist zweifellos, dafs das Spiel der Naturkräfte in diesen engsten Räumen ein wesentlich anderes ist als das in der greifbaren Welt des uns angewiesenen mittleren Stockwerks der Natur. Nicht die mysteriöse Lebenskraft ist es, jenes selber unerklärliche Agens, mit welchem man ehemals Unerklärliches erklären wollte, sondern nur die Modifikation der allgemeinen Gesetze der Physik, welche durch die ungemeine Kleinheit des Raumes bedingt ist, wodurch uns die Naturprozesse im lebendigen Organismus so wesentlich von denen der Materie im todten Zustande verschieden erscheinen.

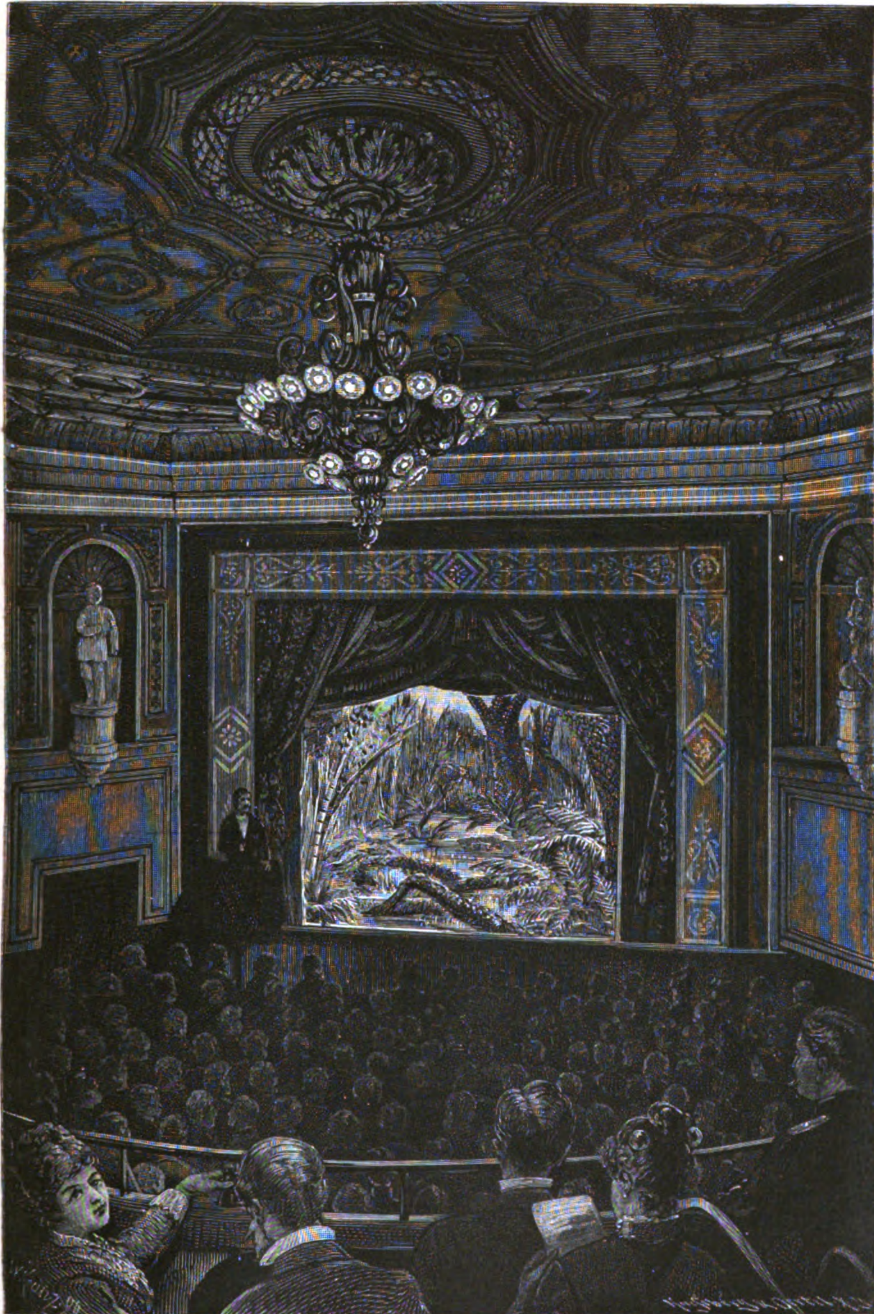
Steigen wir nun zu der höheren Stufe der Thierwelt empor, so begegnen wir hier zwar scheinbar ganz ähnlichen Fasergeweben, die aber doch bei näherem Hinblick wesentlich anderen Zwecken dienen. Halten wir auch hier hauptsächlich die Anknüpfungspunkte an die Physik fest, so sehen wir, wie für den thierischen Organismus, um eine schnellere Zirkulation der Säfte zu erzielen, die der intensiveren Lebensthätigkeit derselben entspricht, die Kraft der Kapillarität nicht mehr ausreicht, sondern noch ein Pumpwerk hinzugefügt werden mufs, das wegen seiner nothwendig gröfseren Dimensionen den einfacheren Gesetzen der Physik auch nothwendig entsprechen mufste. Die Einrichtung des Herzens wird heute von unseren Maschinenbauern genau kopirt und mit Vortheil in den Pulsometern benutzt. In unserer Anstalt wird die Arbeit des Herzens an einem Hühnchen im Ei gezeigt, das, für unsere Augen freigelegt, durch einen besonders von Herrn Professor Preyer konstruirten elektrischen Eiwärmer am Leben erhalten wird. Auch der geheimnifsvolle Entwickelungsprozefs des Lebens läfst sich in diesem Apparat auf das Interessanteste verfolgen.

Wir sind so unvermerkt auf das makroskopische Gebiet übergegangen, das bei uns vertreten ist durch Repräsentanten verschiedener besonders frappanter Bethätigungen des Lebensprozesses. Seltsame Gestalten aus der Insektenwelt, deren Flügeldecken ihre schillernde Farbenpracht infolge ihres mikroskopisch fein gerippten Zustandes demselben Lichtbeugungsprozesse allein verdanken, welcher die sogenannten Gitterspektren erzeugt; grofse wundervolle Falter aus tropischen Ländern, riesenhafte Käfer, eine vorzügliche Sammlung von Seesternen, welche letztere von Herrn Professor Preyer selbst gesammelt und der Urania zum Geschenk gemacht wurden, trefflich zusammengestellte Präparate, welche das Leben der kunstreichen Biene illustriren und viele andere interessante Dinge sieht man hier ausgestellt, die heute unbeachtet an uns vorübergehen müssen, da an dieser Stelle ja kein Katalog unserer Sammlungen, sondern ein hauptsächlich nur die bewegenden Ideen zusammenfassender Ueberblick gegeben werden soll.

Jener westliche Theil des grofsen Ausstellungssaales, welchen die mikroskopisch-biologische Abtheilung umfafst, ist von dem mittleren Theile des Saales durch eine Reihe von Schränken getrennt, in welchen die Ausstellung von Präzisions-Instrumenten Platz gefunden hat. Es ist ohne weiteres verständlich, dafs in einem Institute, wo die verschiedenartigsten astronomischen, physikalischen und

mikroskopischen Instrumente im Gebrauche sind, einerseits die Verfertiger solcher Instrumente deren in mannigfachster Konstruktion zu ihrer eigenen Empfehlung aufstellen und andrerseits das Publikum dieselben zur Erwerbung hier suchen würde. Die Absicht der Gesellschaft bei Begründung dieser Abtheilung war es in erster Linie dem Publikum eine Mustersammlung derjenigen wissenschaftlichen Werkzeuge vorzuführen, welche zur Erforschung der in den verschiedenen anderen Abtheilungen des Instituts beobachteten Naturerscheinungen gedient haben, während zugleich auch diese wissenschaftlichen Instrumente als bewunderungswürdige Meisterwerke menschlicher Intelligenz und Kunstfertigkeit wohl einer eingehenderen Beachtung werth sind, als sie deren in den vorübergehenden Landes- und Weltausstellungen bisher finden konnten. Sinn und Zweck dieser Instrumente konnten eben nirgends klarer vor Augen geführt werden als gerade in unserer Anstalt. Während nun allerdings unsere ganze Anstalt eigentlich bereits eine Ausstellung von Präzisions-Instrumenten ist, die sich zugleich auch im Gebrauch befinden — man denke nur an den grofsen Refraktor unserer Sternwarte — so wird man doch andrerseits begreifen, dafs die speziellere Ausstellung von zum Verkaufe stehenden Instrumenten nicht auch zugleich die subtilsten, bewundernswürdigsten, nur selten angefertigten Instrumente aufweisen konnte, zu deren Herstellung sich ein Mechaniker nicht eben sogleich auf die Gefahr hin, ein solches sehr werthvolles Instrument Jahre lang unverkauft stehen lassen zu müssen, entschliefsen kann. Aus diesem Grunde stellt sich diese Abtheilung unserer Anstalt im gegenwärtigen Moment noch als am entwickelungsbedürftigsten heraus. Es ist jedoch kein Zweifel, dafs die Betheiligten den Werth einer von wissenschaftlicher Seite geleiteten Centralvermittelungsstelle für den Verkauf, und zugleich auch die damit verknüpften Prüfungen wissenschaftlicher Instrumente einsehen und demzufolge immer mehr Sorgfalt und Liebe dieser Ausstellung zuwenden werden.

Die fünfte Abtheilung unserer Einrichtungen enthält das sogenannte wissenschaftliche Theater, das bestimmt ist, ein verkleinertes Bild der Natur nur in ersten, allgemeinsten Umrissen, aber möglichst wirkungsvoller Form dem unmittelbaren Verständnifs einer grofsen Menge angepafst und nur dem Zweck der allerersten Anregung dienend, zu entwickeln. Welcher Art die Darstellungen dieses Theaters sein sollten, ist schon bei früheren Gelegenheiten oft genug erörtert worden, und wir können wohl behaupten, dafs wir das Angestrebte im grofsen Ganzen erreicht haben. Es erübrigt mir deshalb nur noch, an dieser



Das wissenschaftliche Theater der Urania zu Berlin.

Stelle einige Worte über die Einrichtung des Theaters selbst und einen Ueberblick unserer bisherigen Thätigkeit in demselben hinzuzufügen.

Die Bühne, deren Dimensionen sich leider als bedeutend zu klein bemessen herausgestellt haben, ist in ihren maschinellen Einrichtungen im wesentlichen die verkleinerte Kopie einer grofsen, mit allen Ausrüstungsstücken versehenen Theaterbühne, und der Plan zu diesen maschinellen Einrichtungen ist von dem Maschinerie-Oberinspektor der hiesigen königlichen Theater, Herrn Brandt, entworfen. Die Bühneneffektbeleuchtungs-Einrichtung ist wie alle übrigen elektrischen Anlagen von Siemens & Halske geliefert. Von einem Punkte des Kulissenraumes aus läfst sich der elektrische Lichtstrom in beliebiger Stärke einschalten und reguliren, sowie auch in blau oder roth gefärbte Glühlampen leiten, um beliebige Farbenübergänge zu erzeugen. Die Versenkung wird durch eine hydraulische Vorrichtung von demselben Hochdruck-Akkumulator aus bewegt, welcher auch auf der Sternwarte die früher beschriebenen Leistungen auszuführen hat. Die gesamten hydraulischen Anlagen sowie die grofse Kuppel der Sternwarte sind von der Firma C. Hoppe hier, hergestellt.

Es ist begreiflich, dafs wir aufser diesen auf allen modernen Bühnen anzutreffenden Vorrichtungen auch noch eine geraume Anzahl anderer verwenden mufsten, durch welche die besonders auf unserer Bühne erzeugten Effekte hervorgebracht werden konnten.

Da auf unserer Bühne bekanntlich keine Personen auftreten — der Vortragende befindet sich, wie auch die beigefügte Abbildung des Zuschauerraums (Titelbild) zeigt, vor der Bühnenöffnung auf einer besondern Kanzel — so brauchten wir dieselbe für gewöhnlich nicht mit einem Podium zu überdecken. Dagegen ist die Einrichtung getroffen, ein solches für die Vortragsabende über Experimentalphysik herzustellen; die Bühne zeigt dann das Bild einer Art Säulenhalle, in welcher ein längerer Experimentirtisch aufgestellt ist. Letzterer ist mit Wasser-, Gas- und Elektrizitäts-Zuleitung in bequemer Weise versehen. Für eine Anzahl anderer Vorträge, welche nur durch elektrisch erleuchtete Projektionsbilder illustrirt werden, läfst sich die Bühnenöffnung durch eine weifse Leinewand verschliefsen; auf ihr werden vom Ende des Zuschauerraums aus die Bilder durch einen grofsen Projektions-Apparat entworfen, welcher uns von Plössl & Co. in Wien geliefert worden ist. Eine elektrische Bogenlampe von ca. 6000 Kerzenstärke, die zu ihrer Speisung eines Stromes von 40 Ampères bedarf, entwirft die Bilder in glänzender Lichtstärke. Der Apparat ist aufserdem zur direkten Projektion von mikroskopischen

Präparaten bei starker Vergröfserung (als elektrisches Mikroskop), ferner zur objektiven Darstellung der spektroskopischen und Polarisations-Erscheinungen des Lichtes und selbst zur Darstellung gröfserer undurchsichtiger Gegenstände eingerichtet. In den letzterwähnten Eigenschaften wurde jedoch dieser werthvolle Apparat bisher nur selten dem Publikum vorgeführt, weil sich eine andere in unserem Besitz befindliche ähnliche Vorrichtung, die sogenannte optische Bank, von Schmidt & Haensch hier hergestellt, für solche Vorführungen als praktischer und besonders auch pädagogisch wirksamer erweist. Diese optische Bank ist in dem sogenannten Hörsaal aufgestellt und hat im Laufe des Sommers bei vielen kleineren Vorträgen über mikroskopische Gegenstände die besten Dienste gethan.

Gegenwärtig werden die sämmtlichen kleineren halbstündigen Nachmittagsvorträge, deren im ersten Halbjahr des Bestehens unserer Anstalt im ganzen 503 stattfanden, im Theaterraume abgehalten; gröfsere, den Abend füllende Vorträge erreichten in dieser selben Zeit die Zahl von 187, darunter die 120 öffentlichen Wiederholungen des mit Dekorationen ausgestatteten Vortrages: „Von der Erde bis zum Monde", welcher seit Weihnachten von dem über „Die Geschichte der Urwelt" verdrängt worden ist. Als Vortragender dieser beiden vom Verfasser dieses Berichtes herrührenden Vorträge fungirt bekanntlich Herr Bergmann. Es folgt hier die Liste der bis Ende 1889 im übrigen gehaltenen gröfseren Vorträge. Es sprach:

Herr	Gustav Amberg	3 mal	über	Spectral-Analyse,
„	„ „	4 „	„	Akustik,
„	„ „	3 „	„	Wärme,
„	„ „	4 „	„	Elektricität,
„	F. S. Archenhold	1 „	„	den Bau des Weltalls,
„	Fr. Dreyer	1 „	„	das Reich der Urwesen,
„	„ „	6 „	„	das Leben in den Tiefen des Ozeans,
„	„ „	2 „	„	Freundschaftsverhältnisse zwischen Pflanzen und Thieren.
„	Dr. Felix Körber	4 „	„	die Sonne,
„	„ „ „	5 „	„	Kometen und Sternschnuppen,
„	„ „ „	3 „	„	das Planetensystem,
„	Dr. Henry Potonié	3 „	„	Bau und Leben der Pflanzen,

Herr	Paul Spies	1 mal	über	Spectral-Analyse,
„	Sophus Tromhold	3 „	„	die Sonne,
„	„ „	3 „	„	den Mond,
„	„ „	3 „	„	das Planetensystem,
„	„ „	3 „	„	die Sternenwelt,
„	Dr. Max Zwink	4 „	„	den Abendhimmel.

Es sei mir gestattet hier noch einige Worte einzuflechten über die besondere Aufgabe dieses wissenschaftlichen Theaters im Rahmen unserer Anstalt und auch die besondere Art der populären Darstellung, welche hier gepflegt wird.

Die sehr oft wiederholten, dekorativ ausgestatteten Vorträge unterscheiden sich wesentlich von dem, was man bisher unter einem populär-wissenschaftlichen Vortrage verstand. Das sonst denselben gelegentlich in fast zaghafter Schüchternheit hinzugefügte Anschauungsmaterial ist hier mit besonders künstlerischer Sorgfalt und Liebe als das Hauptsächlichste an der Darstellung ausgearbeitet. Durch die farbenprächtigen malerischen Schilderungen schöner und grofsartiger Naturscenerien soll mit dem leiblichen Auge auch zugleich und gewissermafsen unbewufst der Geist gefesselt werden. Man soll in unser Theater gehen mit derselben Absicht, mit welcher man irgend ein anderes Theater besucht, wo ein ernstes, zu tieferem Nachdenken anregendes Schauspiel uns vorgeführt wird. Hier wie dort darf von der Gedankenarbeit des Hörers nicht allzuviel verlangt werden. Die Gedanken und Entwickelungen müssen ohne vorher mitgebrachte Voraussetzungen leicht aus einander folgen, und in gleichem Mafse mit dem Verstande sollen auch die Sinne, die ästhetische Empfindung, das Herz, d. h. der ganze Mensch beschäftigt werden. So baut sich in dem neuesten Repertoirstück der Urania, in der Geschichte der Urwelt, ein Naturdrama auf, das zwar wie die Schauspiele auf unseren übrigen Theatern nur als ein ungemein schwacher Abglanz der Wahrheit dennoch geeignet ist das allgemeine Interesse zu fesseln. Wir sehen stufenweise die Erde sich aus chaotischem Wirrsal des Urnebels bis zu ihrer heutigen Vollendung empor entwickeln. Aus den Wirren der dunklen Urzeiten, die am schwarz behangenen Himmel noch keine Sonne kennen, wo dröhnende Donnerschläge, Vulkanausbrüche, Erdbeben und der schreckliche Kampf des Feuers mit dem Wasser uns erzittern machen, erheben wir uns in immer lichtvollere, freundlichere Zeitalter, bis wir endlich an den Gestaden des Mittelmeeres im Glanze der untergehenden Sonne in der Fülle des malerischsten Farbenreichthums unserer gegenwärtigen Schöpfung schwelgen. Mit den leisen

Klängen einer fernher tönenden Musik schliefst dieses Schauspiel ab, welche bedeuten sollen, wie all die Schönheit und Poesie in der grofsen Schöpfung, welche sich in Jahrmillionen langem Kampfe vorbereiten mufste, ihren Zweck doch erst zu erfüllen begann als die empfindende Seele des Menschen geboren ward, welche sich zuerst für solche undefinirbaren und doch unendlich beseligenden Eindrücke der Poesie, der Musik, das Geheimnifs des Rhythmus und des Ebenmafses empfänglich zeigte; und wer solchen Eindrücken verschlossen bleibt — das kann nicht oft genug wiederholt werden — dem fehlt ein Theil dessen, was uns zu Menschen macht. Deshalb, wollen wir mit Menschen eindrucksvoll reden, dürfen wir dieses seelische Element neben dem des blofsen Verstandes nicht vernachlässigen, wie es leider in sehr vielen der sogenannten populär-wissenschaftlichen Vorträge geschehen ist. Ja bei den grofsen, unser Repertoir hauptsächlich füllenden Vorträgen, welche für ein sehr grofses Publikum von vornherein berechnet sind, sollte sogar dieses seelische Element in gewissem Sinne vorwiegen.

Dieses besonders zu betonen schien mir hauptsächlich deswegen nothwendig, weil mir von wissenschaftlicher Seite gelegentlich Vorstellungen wegen des geringen wissenschaftlichen Umfanges des in diesen Vorträgen behandelten Stoffes gemacht worden sind. Es ist von vornherein begreiflich, wie sehr man auf der Oberfläche bleiben mufs, wenn man die ganze Geschichte der Erdentwickelung in einem Zeitraum von $1^1/_2$ Stunden wiedergeben will, indem man das ganze Gebäude von unten auf ohne alle Voraussetzung aufbaut. Es stellt sich bei solchen skizzenhaften Darstellungen oft sogar die Nothwendigkeit heraus, um das Bild nur klarer zu gestalten — was die Hauptsache ist — einige Züge hinzuwerfen, welche pedantischen Kritikern als direkt unrichtig erscheinen. Als charakteristisches Beispiel möchte ich hier folgendes anführen: Am Schlusse des Vortrages „Von der Erde bis zum Monde“ sieht man die Sonne hinter dem mittelländischen Meere untergehen, so dafs sich dieselbe auf der Wasserfläche spiegelt; das Spiegelbild ist elliptisch, dadurch die Kugelgestalt der Erde beweisend. Ich sage nun in dem Vortrage: „Wir beobachten, dafs das Spiegelbild der Sonne auf der Meeresoberfläche einem deutlich gedrückten Kreise, einer Ellipse also, gleicht, während es doch, wenn es von einer völlig ebenen Fläche zurückstrahlte, einen vollkommenen Kreis bilden müfste, ganz ebenso wie die Sonne selbst.“ Nun wendet man mir ein, dafs die Sonne sich ja bei dieser Gelegenheit nahe am Horizonte befindet und die Strahlenbrechung in der Luft deshalb auch der

direkt gesehenen Scheibe der Sonne schon eine elliptische Form gebe, während ich sie kreisförmig darstelle. Dies ist in der That eine Abweichung von der Wahrheit, die völlig berechtigt ist, um an dieser Stelle die Zuhörer nicht erst durch weitläufige Auseinandersetzungen über die hinzukommende, aber für das blofse Auge kaum merkliche Wirkung der Refraktion, welche hier in den Gedankengang garnicht hineingehören, zu ermüden und zu verwirren. Ebenso habe ich es in dem zweiten Vortrage über die Urgeschichte vorgezogen, die alte, mehr und mehr von den heutigen Forschern verlassene Ansicht des eigentlich vulkanischen Ursprungs der krystallinischen Schiefer beizubehalten, weil sie durchsichtiger und verständlicher ist als die neue. Das Wissen über diese Dinge mag dann im Geiste der Zuhörer, wenn sie sich, angeregt durch das Aufgenommene, weiter mit ihnen befassen wollen, nach darwinischen Grundsätzen aus diesen embryonalen, ihren eigenen Denkbedürfnissen verwandteren Ansätzen einer vergangenen Stufe sich um so leichter weiter emporarbeiten. Unsere Anstalt soll ja den Hochschulen keine Konkurrenz machen, welche man im ernsten Drange, sein Wissen über ein bestimmtes Gebiet zur gegenwärtig erreichbaren Stufe emporzuheben, besucht. Es sollte bei uns nur eine wohlthuende, keineswegs allen neuesten Wendungen der Hypothesen im einzelnen folgende, sondern nur im wesentlichen aufklärende Anregung gegeben werden, bei welcher es gewifs auch für neunundneunzig unter hundert unserer Zuhörer sein Bewenden hat. Das müssen wir, die wir im Dienste der jungen Urania stehen, stets vor Augen behalten.

Die grösseren Projektions- und Experimental-Vorträge, die wöchentlich ein- bis zweimal den das Repertoir beherrschenden, dekorativ ausgestatteten Vortrag ersetzen, sind dagegen bestimmt, eine weitergehende Befriedigung des Wissensdranges anzustreben; sie sind von vornherein für ein engeres, ernstere Ziele verfolgendes und in gewissem Sinne vorgebildetes Publikum berechnet.

Eine noch höhere Stufe endlich sind wir gegenwärtig bemüht in geschlossenen Vortrags-Cyklen zu schaffen, in welchen einem kleineren Kreise in einem fortlaufenden Kurse speziellere Belehrung über den Gebrauch astronomischer Instrumente und das Sehen im Fernrohr, über das Experimentiren mit physikalischen Apparaten oder die Kunst des Mikroskopirens geboten werden wird. Hieran können sich sogar im nächsten Winter ausgedehntere Vorträge über mathematische Geographie, über Physik mit besonderer Berücksichtigung der Erscheinungen und Bedürfnisse des täglichen Lebens oder endlich auch über das mikroskopisch-biologische Gebiet, welches

mehr als alle andern in das tägliche Leben eingreift, schliefsen. Es ist damit dann wohl den Anforderungen aller geistigen Stufen genügt, für welche eine Art von populärer Heimstätte für das naturwissenschaftliche Anschauungsbedürfnifs sich als erforderlich herausgestellt hat. Was an uns ist auch diejenigen, bei denen ein noch höherer Wisssensdrang sich als ernst und dauernd herausstellt, zu befriedigen, wird stets geschehen.

Im Kellergeschofs des Gebäudes befinden sich, wie der dem vorangegangenen Hefte beigegebene Plan zeigt, die Laboratorien und die Maschinen-Anlage. Es ist wohl kaum der Ort hier davon eingehender zu berichten. Doch möchte ich nicht verfehlen im allgemeinen auf die interessante Organisation der Kraft-Erzeugung und -Uebertragung hinzuweisen, welche von diesen unteren Räumen als dem Centralpunkte ausgeht. Ein höchst complicirtes System von Röhren und Drähten, welche den verschiedensten Zwecken dienen, durchzieht von hier aus das Gebäude, wie die Nerven und Adern einen lebendigen Organismus. Es mag ein Ueberblick derselben hier von verschiedenen Standpunkten interessant sein.

Nach aufsen hin steht die Anstalt mit Kraftquellen dreierlei Art in Verbindung: Durch die Gasleitung, die Wasserleitung und einen vierfachen Kabel, der unser elektrisches Schaltbrett mit der Maschinenstation der Herren Siemens & Halske verknüpft, welche sich etwa dreihundert Meter von unserm Gebäude entfernt im Landes-Ausstellungsparke befindet und uns am Abend, sobald unser Lichtbedarf, namentlich für die Theater-Vorstellung ein sehr grofser wird, mit dem nöthigen elektrischen Strom versieht. Dort arbeitet im Winter von 5 Uhr Abends an eine grofse, von einer 50-pferdigen Dampfmaschine getriebene, einen maximalen Strom von 500 Ampères liefernde Dynamomaschine. Um das Bild der nach aufsen hin gehenden Verbindungen der Anstalt zu vervollständigen, ist auch der telephonischen zu gedenken, welche wöchentlich einmal dazu benutzt wird, um von der königlichen Sternwarte die astronomische Zeit direkt auf den sogenannten Chronographen unserer Sternwarte mit einer Genauigkeit von einem Hunderttheile der Sekunde zu übertragen.

Die Gasleitung speist zunächst unsern 12-pferdigen Gasmotor, der zu Kraftleistungen zweierlei Art verwendet wird: Er bewegt einerseits unsere bis 70 Ampère gebendes Dynamomaschine, welche uns bis 5 Uhr Abends mit Elektricität zu Beleuchtungszwecken versorgt und auch zur Ladung der elektrischen Akkumulatoren dient; andererseits betreibt er eine Wasserpumpe, durch welche das Wasser unter

einen mit 10250 kg belasteten Stempel geprefst und dadurch einem Drucke von etwa 50 Atmosphären ausgesetzt wird. Von hier aus geht eine Hochdruck-Röhrenleitung durch das Gebäude, um dieses Wasser zur Arbeitsleistung einerseits auf die Bühne, zur Hebung der Versenkung und Bewegung der sogenannten Flugbahnen, und weiter zur grofsen Kuppel zu befördern, wo es die Kuppel selbst um ihre Achse zu drehen, den Spaltverschlufs zu öffnen und zu schliefsen und endlich das grofse Podium unter dem Instrumente zu heben hat.

Auch die gewöhnliche Wasserleitung hat bei uns gelegentlich aufserordentlichen Zwecken zu dienen. Sie ist bis zur Hauptuhr des eigenartigen und ganz vorzüglich funktionirenden Uhrensystems von Mayrhofer geführt, welches jetzt zur Versorgung von gröfseren einzelnen oder von kleineren zusammenhängenden Gebäuden innerhalb der Stadt Berlin und mehrerer anderer deutschen und ausländischen Städte mit stets genauer Zeit eingeführt werden wird. Die Urania hat ein solches System in ihren Räumen im kleinen Umfange eingeführt. Die Hauptuhr des Systems, welche durch die früher schon erwähnte elektrische Verbindung mit der königl. Sternwarte stets mit der richtigen Zeit versorgt wird (die wir im übrigen auch mit unseren eigenen Instrumenten direkt vom Himmel ablesen können) macht jede Stunde einmal einen elektrischen Kontakt, durch welchen ein Gewicht ausgelöst wird. Dieses öffnet einen Wasserleitungshahn, worauf das Wasser eine sogenannte Streupumpe durchströmt und aus einem Röhrensysteme die Luft pumpt. Diese Luftröhren verbinden die Hauptuhr mit etwa einem Dutzend Nebenuhren, welche in den verschiedenen Arbeitsräumen aufgestellt sind und dadurch mit Hülfe einer ingeniösen Vorrichtung bis auf wenige Sekunden richtig gestellt und aufgezogen werden. Auch die Hauptuhr wird automatisch durch die Kraft des gewöhnlichen Leitungswassers aufgezogen, so dafs man das ganze System jahraus jahrein völlig unbeaufsichtigt und unberührt lassen darf, vorausgesetzt nur, dafs die Hauptuhr mit richtiger Zeit versorgt bleibt, was schliefslich auch völlig automatisch unter Benutzung des Telephon-Netzes geschehen soll.

Das Röhren- und Drahtsystem, welches den organischen Körper der Urania durchzieht, setzt sich demnach aus folgenden Leitungen zusammen: 1. Die Heizgasleitung zur Speisung des Motors und der Gasöfen, mit denen verschiedene kleinere Arbeits- resp. Wohnräume geheizt werden; 2. die Leuchtgasleitung, welche Gas gewissen physikalischen Apparaten zuführt; 3. die gewöhnliche Wasserleitung und ihre Rückleitung des abgehenden Wassers; 4. die Hochdruckwasser-

leitung mit ihrer Rückleitung; 5. die Luftleitung zu den Uhren; 6. die Dampfleitung aus der Central-Heiz-Anlage; 7. die elektrische Lichtleitung, welche sich aus einer grofsen Zahl verschieden starker Drähte für die verschiedenen bei uns in Verwendung kommenden elektrischen Beleuchtungskörper zusammensetzt; 8. die Leitung für die elektrischen Akkumulatoren, bestehend aus zwei Ladungsdrähten und den früher schon erwähnten 11 Arbeitsstromleitungen, welche das ganze Gebäude durchziehen; 9. eine grofse Zahl Telephondrähte, welche die in den meisten Arbeitsräumen aufgestellten Telephone miteinander verbinden; 10. eine Anzahl von elektrischen Drähten auf der Sternwarte, welche verschiedenen zur elektrischen Registrirung der Beobachtungen in den betreffenden Beobachtungsräumen dienenden Apparaten angehören. Endlich mag wohl am besten an dieser Stelle gleich eingeschaltet werden, dafs in allernächster Zeit auch noch eine andere höchst interessante Verbindung der Urania nach aufsen hin hergestellt werden wird, nämlich die mit der hiesigen königlichen Oper, um die dortigen Musikaufführungen in unseren Räumen mit Hülfe des Telephons geniefsen zu können.

In all diesen viel verzweigten Röhren- und Drahtnetzen pulsen die den grofsen Organismus der Urania belebenden Kräfte geschäftig auf und ab und verwandeln sich proteusartig in einander. Das Gas, welches sich im Motor, mit atmosphärischer Luft vermischt, explodirend zu Wasser zusammenzieht, setzt zunächst die ungeheuere Kraft der chemischen Affinität in Bewegung um, das heifst, Molekularbewegung verwandelt sich in sichtbare. Die dadurch getriebene Dynamomaschine verwandelt die letztere in elektrische Kraft, in einen Strom, der in reifsender Schnelligkeit sich durch die Nervenstränge des Gebäudes hinbewegt. In den Glühlampen, welche das Licht der untergangenen Sonne ersetzen müfsen, geht die elektrische Bewegung zunächst in die andere molekulare Bewegung der Wärme und schliefslich bei steigender Energie in die verwandte Bewegung des Lichtes über. Damit ist ein höchst merkwürdiger Kreisprozefs geschlossen. Jenes den Motor bewegende Gas ist ein Produkt der Steinkohle, diese ein solches des Sonnenlichtes und der Sonnenwärme, welche sich in dem vollkommensten der Kraft-Akkumulatoren, den Pflanzenkörpern jener riesigen Unkrautwälder der Steinkohlenzeit, angesammelt hatte. Das vor Jahrmillionen verschluckte, zurückgehaltene Sonnenlicht beleuchtet uns heute im elektrischen Flammenbogen: Die Natur vorenthält uns nichts. —

Aber auch wir haben es bereits gelernt, Kraftspeicher zu schaffen.

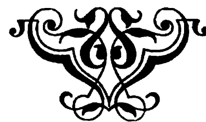
In dem lockeren, schwammartigen Faserwerke der elektrischen Akkumulatoren, welches dem Zellgeflecht der Pflanzen wohl in gewissem Sinne zu vergleichen ist, verwandelt sich die aus chemischer Affinität erzeugte lebendige elektrische Kraft aufs neue in zunächst wieder latente chemische Affinität zurück, um in jedem gegebenen Momente sich in jede beliebige andere Kraft oder Bewegungsform zu kleiden. Ein neuer Kreislauf ist geschlossen, sobald dieser Akkumulatorenstrom in dem Uhrwerk, das unser Fernrohr der täglichen Bewegung der Sterne nachführt, sich wieder in kreisende Bewegung umsetzt. Im Physiksaal wird gelegentlich noch ein anderer Kreislauf des Kraftspiels geschlossen in jenem Apparate, in welchem durch den elektrischen Strom das Wasser wieder in seine beiden Bestandtheile chemisch getrennt wird, welche sich vorher im Gasmotor explodirend vereinigt hatten.

Und wieviel andere Leistungen hat dieser Strom noch in diesem Saale auszuführen! Selbst in Schall, in musikalischen Wohllaut, in den Klang der menschlichen Stimme mufs sich jene ursprüngliche Explosivkraft im Gasmotor verwandeln, wenn der Akkumulatorenstrom unsern Phonographen bewegt und so die Vibrationen der wiedertönenden Membran und die Schallwellen der Luft hervorbringt. Welche lange Reihe von Wandlungen mufste hier die allgemeine, letzte, unbekannte Naturkraft durchlaufen, bis sie uns als Musik zum Bewufstsein gelangt! Die chemische Affinität des Wasserstoff- und des Sauerstoffgases zu einander wird im Gasmotor zu rotirender Bewegung, diese zu strömender Elektrizität in der Dynamomaschine, diese wieder zu chemischer Affinität im Akkumulator, diese wieder zu strömender Elektrizität, diese zu rotirender Bewegung im Motor des Phonographen, diese zu vibrirender Bewegung der Membran, diese zu elastischer Bewegung der Luft, diese wieder zurück zu vibrirender Bewegung unseres Trommelfelles, welches offenbar seinerseits durch die Umsetzung eines Theiles dieser Bewegung zurück in Elektrizität, der empfindenden Gehirnzelle die Mittheilung des erzeugten Wohllautes macht. Und nun endlich wird diese Elektrizität, dieses Fünkchen Sonnenlicht, das ein wucherndes Unkraut der Urzeit für uns auffing, zur Empfindung, zu Vibrationen der Seele! Hier aber stehen wir an der letzten Grenze unserer Erkenntnifs, vor jenem grofsen Räthsel, wie sich diese unendlich geschmeidige Kraft in den Gedanken umsetzt, welcher, gewaltiger als alles, was aus ihr sonst entsprang, gelernt hat die eigene Erzeugerin zu beherrschen. —

Doch, so bestrickend auch die weitere Verfolgung des wunder-

baren Spieles der Naturkräfte sein mag, welche sich in den Dienst der Urania gestellt haben und hier ihr Wirken aller Welt zu offenbaren gezwungen werden — wir müssen doch endlich zum Schlusse dieser überblickenden Schilderung unserer Einrichtungen eilen.

Wir sind, mag endlich noch mit Genugthuung hinzugefügt werden, durch die möglichst vielartige Zergliederung unserer Anstalt, welche hier beschrieben worden ist, in die glückliche Lage versetzt, von den weitesten bis zu den engsten Kreisen der Gesellschaftsstufen freudige und dankbare Anerkennung zu ernten, denn über 60 000 Personen besuchten im ersten Halbjahr unseres Bestehens die Urania. Darunter befanden sich eine grofse Anzahl Studirender, welchen der Zutritt zu einem auf die Hälfte ermäfsigten Preise gewährt wird und besonders auch Lehrer der städtischen Schulen, denen eine Zeitlang der Zutritt — in Berücksichtigung einer vom Magistrat unserm Institut zugewandten Subvention — völlig unentgeltlich gestattet wurde. Aufserdem besuchen seit Mitte November während der Morgenstunden an drei Wochentagen je 200 – 300 Schüler unter der Leitung ihrer Lehrer die Anstalt, ferner seit Ende des verflossenen Jahres regelmäfsig Sonntags zwischen 8 und 10 Uhr früh Arbeitervereine zu dem minimalen Eintrittspreise von 20 Pfennigen für die Person, wofür ihnen im besondern ein längerer Projektions-Vortrag gehalten wird. Endlich belegen schon während des ganzen Winters Vereine und Korporationen die mittäglichen Stunden des Sonntags, um unter ermäfsigten Bedingungen den decorativ ausgestatteten Vortrag als Sondervorstellung zu hören. An diesen Sonntagen wird dann die Anstalt statt um 12 Uhr erst um 3 Uhr für das grofse Publikum geöffnet. Die gute Bestandfähigkeit unserer Verwaltung ist durch diesen regen und immer wachsenden Besuch aufser Zweifel gesetzt, und so finden wir denn also in der Befriedigung, welche wir vielen gewähren, auch in vollem Mafse unsere eigene wieder.





John Murrays Ansichten über die Entstehung der Korallen-Riffe und Atolle.

Charles Darwins Anschauungen über die Bildung der Korallenriffe konnten sich nur so lange in der Gunst der Forscher erhalten, bis durch eingehendes Beobachten des Tiefseelebens und der physischen Vorgänge auf oceanischem Gebiete gründlichere Kenntnisse an die Stelle der bisherigen Vermuthungen traten. Der während der Weltumseglung des „Beagle“ (1836) untersuchte Keelings-Atoll bot bekanntlich mit seinen Erscheinungen die Grundlage der Darwinschen Spekulation, aber gerade eben jene schienen einem späteren Besucher dieses Ortes, O. Forbes (1879), so wenig einer allgemein gültigen Beweiskraft zu enthalten, dafs sich ihm berechtigte Zweifel an der bisher mafsgebenden Auffassung aufdrängten, obwohl hervorragende Geologen, wie Lyell und Dana, mit dem Vollgewicht ihrer Autorität für dieselbe eintraten.

Vor Allen nimmt der ausgezeichnete Kenner des Tiefseelebens, John Murray, einen abweichenden Standpunkt von der Darwinschen Lehre ein. Er verfocht denselben vor einiger Zeit in einem in der Royal Institution zu London gehaltenen Vortrage, der in der Zeitschrift „Nature“ (Vol. XXXIX, 1889, S. 424) zur Veröffentlichung gelangte. Da die Forschungen des englischen Zoologen während der Challenger-Expedition in vieler Beziehung zu neuen Aufschlüssen über die Entstehungsart der Korallenbauten geführt haben, wollen wir unsern Lesern die Ergebnisse derselben unter Bezugnahme auf die nicht minder bedeutsamen Darlegungen unserer deutschen Fachkenner Semper und J. J. Rein vorführen.

Die Grundlage der Darwinschen Theorie bildet bekanntlich die Voraussetzung, dafs die Korallenthierchen ihren Bau längs der tropischen Kontinentalküsten und am Rande oceanischer Inseln innerhalb beschränkter, den Lebensbedingungen angemessener Meerestiefen von etwa 18 bis 45 m begannen, dafs der unterseeische Boden mit

den umbauten Küsten und Inseln im Laufe der Jahrtausende allmählich zu weichen anfing, und die Bewohner des Korallenstockes somit nach oben hin einen weiteren Spielraum fanden, um das begonnene Werk fortsetzen zu können. Während die in gröfsere Tiefen gelangenden Theile des Riffes abstarben und durch den Einflufs der Atmosphärilien zu festen Kalkfelsen erhärteten, wurde den nachwachsenden Geschlechtern auf den verödeten Wohnstätten der Vorfahren ein sicheres Fundament für die weitere Entwickelung geschaffen. In dieser Weise soll sich durch stetiges Wachsthum der Ansiedlungen die Umwandlung eines Küstenriffes in einen ringförmigen Wallriff, und aus letzterem endlich die Entstehung eines Atolls oder Lagunenriffes durch weiteres Einsinken des centralen Inselberges vollzogen haben.[1])

Murray zeigt, wie gerade das diesem Erklärungsversuch als Voraussetzung dienende Versinken der Meeressohle dem Verständnifs der mannigfaltigen Erscheinungen so bedeutende Schwierigkeiten in den Weg legt, dafs in dieser Weise die Deutung zur Unmöglichkeit wird.

Die Tiefseeforschungen der letzten Jahrzehnte bieten durchaus keine hinreichenden Belege für das Verschwinden zahlreicher Inseln und ausgedehnter ehemaliger Küstenstriche unter den Gewässern der tropischen Meere, dergestalt, dafs an ihrer Stelle emporstrebende Korallenklippen und stille Lagunen von dem früheren Bestande des versunkenen Erdreichs Kunde geben; vielmehr liegen genügende Anzeichen vor, die ein langsames Aufsteigen des Seebodens ganz besonders in den typischen Gegenden des Korallenanbaues bezeugen, wie denn gerade die in der Nähe vulkanischer Inseln so reich entwickelte Korallenfauna eher auf Hebungen und Aufschüttungen infolge unterseeischer vulkanischer Ausbrüche, als auf ein Niedersinken des Meeresgrundes schliefsen läfst. In neuester Zeit sind Atolle und Riffe an Orten gefunden, welche die unzweideutigsten Spuren einer fortschreitenden Hebung an sich tragen. Eine derartige Niveauveränderung konnte beispielsweise A. Agassiz am Alacran-Riff an der Küste von Jucatan beobachten, und den gleichen Vorgang stellten Semper bei der nördlichen Gruppe der Palaos-Inseln, sowie Guppy bei den Salomons-Inseln fest. Allerorten finden sich auch grofse Erhebungen von Riffen vor, wie beispielsweise auf den Bermudas-Inseln, woselbst Rein bei seinen Untersuchungen einen 80 m über

---

[1]) Eine neue, von Prof. Bonney besorgte Ausgabe der Darwinschen Abhandlung „The Structure and Distribution of Coral Reefs“ ist in vorigem Jahre erschienen.

dem Wasserspiegel hervorragenden Korallenfelsen antraf.[2]) Diese und eine Reihe anderer Umstände haben das Bedürfnifs nahe gelegt, für den Bildungsvorgang der Korallenbauten eine Lösung zu suchen, welche nicht in nothwendiger Verbindung mit der Hypothese einer allgemeinen Senkung einzelner Theile der Erdrinde steht.

Nach Murrays Darlegung haben wir uns den Boden der Weltmeere als eine vielfach gefaltete, von Thälern und Hügelketten durchzogene Fläche vorzustellen. Hier und da mitten im Meere wachsen hohe Kegel vulkanischen Ursprungs aus dem tiefen Grunde heraus, und wo diese über den Wellen emporragen, da bilden sie jene in der Wasserwüste einsam stehenden Eilande, wie die Insel Ascension und den St. Pauls-Felsen, mitunter in Gruppen vereinigt, wie die Azoren, die Sandwich-, Fiji-, Samoa- und Gesellschafts-Inseln. Dafs solche Bergkegel auch unter dem Wasserspiegel in Mengen verborgen liegen, haben die Auslotungen der britischen Corvette Challenger an der afrikanischen Westküste erwiesen, und Sondirungen zum Zwecke einer Kabellegung zwischen Lissabon und Teneriffa führten zur Auffindung sieben solcher Berggipfel, zweifellos vulkanischen Ursprungs, welche sich 900 bis 20 Meter dem Wasserspiegel nähern.

Diese unterseeischen Bänke und Erhebungen gewähren nach der Ansicht des englischen Zoologen den riffbauenden Polypen die Grundpfeiler zu ihren Ansiedlungen, insofern sie die den Thieren zusagende Tiefe nicht überschreiten. Chamisso gelangte gelegentlich seiner Weltreise bereits zu einer ähnlichen Muthmafsung, indessen die damalige Unkenntnifs der zur Anlage eines Korallenbaues nöthigen Bedingung einer geringfügigen Meerestiefe verhinderte die weitere Verfolgung seines Gedankens.[3])

Selbst in dem Falle, wo die Felsenkuppe wegen ihrer zu tiefen Lage unter dem Wasser den Korallen-Polypen unerreichbar war, konnte ein geeigneter Bauplatz mit der Zeit geschaffen werden, indem die fehlende Höhe durch Mitwirkung anderer Lebewesen sich ergänzte. Vielfache Untersuchungen haben Murray den Beweis geliefert, dafs die ungeheure Menge aller jener die tropischen Meere bevölkernden Organismen, der

[2]) Die deutsche Plankton-Expedition dürfte hierüber näheren Aufschlufs geben.

[3]) Diese Lehre findet sich am Schlusse des III. Bandes des Kotzebueschen Reisewerkes. Murray bezeichnet Chamisso als Urheber derselben, jedoch hat Dubois-Reymond in einer akademischen Festrede („Adalbert von Chamisso als Naturforscher", Heidlbg., 1889) überzeugend nachgewiesen, dafs jene Lehre von dessen Reisebegleiter, dem Schiffarzte Friedrich Eschscholtz herstammt.

Algen, Krustaceen, Rhizopoden, Medusen, Infusorien, Mollusken — durch die beständige Ausscheidung von kalkhaltiger Materie, sowie durch das Niedersinken ihrer abgestorbenen Schalen und Skelette zur Bildung bedeutender Schichten animalischen Ursprungs beigetragen haben, so dafs also durch Absetzung solcher Stoffe an die Felsmassen eine hinreichende Höhe für den Anbau des eigentlichen Korallen-Polypen erreicht werden kann. Für die ungemeine Fülle solcher organischen Ablagerungen spricht z. B. die Thatsache, dafs während der Fahrt des Challenger ein einziger Zug des Travelnetzes aus einer Tiefe von 4250 m mehr als hundert Zähne von Haien und dreifsig bis vierzig Gehörgänge von Cetaceen zu Tage brachte, obwohl das Geräthe nur wenige Centimeter in den Meeresboden eindrang.

Die Korallenriffe können dieser Darlegung gemäfs nur Bildungen auf der Oberfläche solcher durch die Absonderungen der Tiefseethiere und durch die Ablagerungen der Meeresströmungen erhöhten unterseeischen Gebirge sein.[4]) Wo dergleichen zur Ansiedlung geeignete Sedimentbänke in grofser Menge vorhanden waren, entstanden auch dichte Gruppen von Korallenbauten; dort, wo aber grofse Meerestiefen sich fanden, war auch keine Möglichkeit zur Bildung derselben gegeben. In dem inselarmen Gebiete der Westküste Amerikas ist darum die Korallenfauna nur spärlich entwickelt, während auf dem lang hingestreckten gipfelreichen Rücken des südlichen stillen Oceans die eigentliche Heimstätte des riffbauenden Polypen-Geschlechtes angetroffen wird.

Die mannigfachen Formenunterschiede der Korallenbauten, insbesondere der Atolle, haben nach Murray in der Verschiedenheit der Nahrungszufuhr ihren Grund. Diese letztere ist wiederum durch die Strömungs- und Temperaturzustände des Meeres bedingt. Die an der Aufsenseite der Riffe gelegenen Ansiedlungen erhalten reichlichere pelagische Speise, sie sind weniger beeinträchtigt durch die Schlamm- und Sandmassen, welche das Aufkommen und den Fortbestand der im Innern der Atolle lebenden Bewohner erschweren. Durch die kräftigere Entwicklung der der See- und Windseite zugekehrten Bauten soll sich in der Hauptsache die Entstehung der Lagunen erklären; allein einen bedeutenden Einflufs an derselben schreibt Murray auch der Lösungskraft des kohlensäurehaltigen Meereswassers

[4]) Die Korallen-Ansiedlungen des rothen Meeres sind ebenfalls nur dünne Krusten auf unterseeischen Felsenzügen; ihnen fehlt jedes Wachsthum nach oben, welches nach Darwin den auf sinkendem Grunde stehenden Atollen des stillen Oceans eigenthümlich sein soll. (J. Walther, „Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel; Geologische und biologische Untersuchungen," Leipzig, 1888.)

zu, das, mit der Fluth in die Lagunenbecken einströmend, diese tiefer und tiefer aushöhlt. Letztere Vorstellung, soweit sie das chemische Erosionsvermögen des Meereswassers anbetrifft, dürfte mit Recht bezweifelt werden[5]), dafs aber die Wallriffe und Atolle als selbständige Bildungen aufzufassen seien, die sich ohne Vermittlung von Bodensenkungen allein aus den Wachsthumsverhältnissen ebenso einfach wie genügend erklären lassen, ist eine Ansicht, welche die Mehrzahl der Fachkenner — so z. B. Agassiz in seiner letzten Schrift über die Sandwich-Inseln — mit Murray theilt.

Obwohl die Frage nach der Entstehung der Korallenriffe durch die neueren Untersuchungen Murrays wiederum zur lebhaften Besprechung gekommen ist, an der sich in den Spalten der „Nature" namhafte englische Gelehrte (Irwine, Röss, Guppy, Wharton, Bourne) betheiligten, harrt sie dennoch einer weiteren Entscheidung. Namentlich bedarf es noch eingehender Forschungen über die Tiefgrenze, in der die riffbauende Koralle ihre Thätigkeit entfalten kann, sowie einer genaueren geologischen Feststellung der Mächtigkeitsverhältnisse der Kalkablagerungen vermittelst der Tiefbohrungen bei Anlage artesischer Brunnen. Solche Tiefbohrungen sind bisher nur von Dana auf der Insel Cahu unternommen worden, und die Ergebnisse führten ihn, der Darwinschen Theorie entsprechend, wiederum zur Annahme einer Senkung der Insel.

Aber genauere Schlüsse sind zur Zeit nicht möglich, da die durch Bohrungen zu Tage geförderten Korallen mit den jetzt lebenden Arten nicht in Vergleich gestellt werden können. Jedenfalls ist auf Murrays Anregung die Frage nach der Bildung der Korallenbauten wiederum in den Vordergrund des Interesses gerückt, und die Wissenschaft kann aus mancherlei Widerspruch nur Gewinn ziehen, weil sich die Vertheidiger einer jeden Ansicht bemühen müssen, durch Thatsachen und Beobachtungen ihre Behauptungen zu bekräftigen.

Schw.



Schlagwetterexplosionen und Sonnenflecken. Aus einem Manuskript des Herrn Huguenel in Potsdam bringen wir mit Genehmigung des Verfassers folgende Mittheilungen zum Abdruck.

Das vermehrte Auftreten von Kohlenwasserstoffgasen in den Steinkohlenbergwerken, mit welchem die Gefahr einer Explosion eine

[5]) Ueber die Löslichkeit der Kalkcarbonate im Seewasser liegen neuere Untersuchungen von Robert Irwine vor (Proc. of Edingb., 1888, Vol. XV, S. 316).

beträchtliche Steigerung erlangt, wird von Herrn Huguenel in Beziehung zu solarer Thätigkeit gesetzt, woraus die Nothwendigkeit sich ergab, das zahlreich vorhandene statistische Material der Wetterexplosionen mit den für eine solche Untersuchung die sicherste Grundlage bietenden Wolfschen Relativzahlen zu vergleichen, wie dies auch von H. Fritz in seinem neuesten Werke: „Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie“ S. 367 befürwortet wird. In der folgenden Tabelle stehen neben den Wolfschen Relativzahlen die Anzahl der Schlagwetterexplosionen, welche von 1861—87 auf den einzelnen Kohlenzechen des gefährdetsten aller Kohlenreviere, des preufsischen Oberbergamtsbezirkes Dortmund[1]), eingetreten sind.

Jahr	R	Explos.	Jahr	R	Explos.	Jahr	R	Explos.
1861	17.4	32	1871	111.2	40	1880	32.3	62
1862	**59.4**	**23**	1872	101.7	36	1881	54.2	76
1863	44.4	21*	1873	66.3	57	1882	59.6	120
1864	47.1	25	1874	44.6	45	1883	**63.7**	115
1865	32.5	32	1875	17.1	52	1884	63.4	101
1866	17.5	33	1876	11.3	43	1885	52.2	100*
1867	7.3*	**65**	1877	12.3	37	1886	25.4	114
1868	37.3	46	1878	3.4*	61	1887	13.1	64
1869	73.9	47	1879	6.0	**83**	1888	6.7*	?
1870	**139.1**	34*						

Für die beiden ersten hier mitgetheilten Perioden der Häufigkeit der Sonnenflecken zeigt sich ein zwar ziemlich unregelmäfsiges, jedoch deutlich ausgesprochenes umgekehrtes Verhalten beider Erscheinungen. Die gröfste Häufigkeit der Schlagwetterexplosionen fällt auf die Jahre der Sonnenfleckenminima, die geringste Anzahl derselben auf die der Maxima. Bei der grofsen Zunahme der Explosionen von 1882 an verwischt sich dieser entgegengesetzte Gang beider Erscheinungen aber fast völlig, denn für 1884 und 1885 zeigt sich eine nur schwache Einsenkung in der Curve der Explosionszahlen. Indessen ist hierbei in Erwägung zu ziehen, dafs mit der von Jahr zu Jahr wachsenden Zunahme der Kohlenförderung auch der Einflufs der Zufälligkeiten in erheblichem Anwachsen begriffen ist, so dafs eine etwa vorhandene Periodicität zeitweilig durch dieselben gänzlich zum Verschwinden gebracht werden kann. Sofern nun überhaupt ein solarer Einflufs wirksam sein sollte, müfste er auch in einzelnen hervor-

[1]) Anlage II zum Hauptbericht der Preufsischen Schlagwetterkommission.

tretenden Fällen merklich werden; es lag daher nahe, diejenigen Tage näher zu untersuchen, an welchen eine beträchtliche Erhöhung der Sonnenthätigkeit sicher zu konstatiren war.

Als solche Tage erschienen diejenigen am meisten geeignet, an welchen ein sehr schroffer Wechsel des Fleckenareales stattfand, an denen also z. B. ganze Fleckengruppen plötzlich verschwanden, andre Gruppen nicht minder plötzlich neu erschienen, sonach von heftigen Revolutionen in dem Sonnenkörper Kunde gaben. Auf eine in diesem Sinne an Herrn Professor R. Wolf in Zürich gerichtete Anfrage theilt derselbe folgende Tabelle von besonders ausgezeichneten Tagen mit, wo R wiederum die Relativzahl für die betreffenden Tage bedeutet.

Datum.		R	Massenexplosion auf Zeche:	Todte.
1861 April	18	75		
	19	42	Maria bei Höngen (Aachen)	11
	20	39		
1864 Okt.	19	14		
	20	19	Reden-Merchweiler (Saarbrücken) . . .	34
	21	32		
1868 Jan.	14	24		
	15	11	Neu Iserlohn bei Langendreer	81
	16	0		
1870 Dez.	11	222		
	12	206	„ „ „ „	35
	13	171		
1871 April	1	191		
	2	196	Shamrock bei Herne	10
	3	143		
1871 Dez.	26	62		
	27	85	Schürbank u. Charlottenburg b. Aplerbeck	13
	28	70		
1880 Jan.	28	28		
	29	13	Preussisch-Clus bei Minden	17
	30	25		
1881 Juni	23	50		
	24	45	Louise u. Erbstollen bei Barop	17
	25	80		
1881 Sept.	9	49		
	10	35		
	11	66		

Die neben die von Prof. Wolf gesetzten Daten der Explosionen nebst Zahl der tödtlich Verunglückten finden sich in der amtlichen Statistik[2]) als die umfangreichsten der 340 tödtlichen Explosionsfälle in Preufsen bis Ende 1881 auf S. 13 aufgeführt. In unsrer Tabelle fehlt der 8. Juni 1880 (Neu-Iserlohn 23 Todte), doch zeigen auch für diesen Tag die vorangehenden und folgenden Relativzahlen eine rasche Aenderung (13, 23, 35); der dort angeführte 10. September 1881 (Zollern bei Dortmund 10 Todte), welcher die Uebereinstimmung noch unterstützen würde, ist irrthümlich, da die Explosion auf Zeche Zollern erst am 15. September stattfand.

Jedenfalls ist die Uebereinstimmung der von Prof. Wolf angeführten Tage starken Wechsels der Fleckenareale auf der Sonne mit denen umfangreicher Schlagwetterexplosionen in Preufsen zu auffallend, um mit Stillschweigen übergangen zu werden. Indessen dürften wir uns bis auf weiteres mit dieser Thatsache begnügen müssen, da der ursächliche Zusammenhang beider Erscheinungen noch ganz in Dunkel gehüllt ist, und Erklärungen unter Beziehung auf die thermischen Wirkungen elektrischer Erdströme u. s. w. zunächst nur als geistreiche Einfälle gelten dürften. Weitere Forschungen werden auch hierüber vielleicht später helleres Licht verbreiten, auch mufs man sich bei allen, die Sonnenthätigkeit in Betracht ziehenden Untersuchungen des von H. Fritz l. c. S. 420 ausgesprochenen Mahnwortes erinnern: „Sehr gewagt ist es stets, eine irgendwie auffallende Erscheinung an der Sonne mit einer solchen gleichzeitig auf der Erde eintretenden in direkte Verbindung zu bringen. Schon das häufige Vorkommen derartiger Erscheinungen an der Sonne, ohne dafs sich auf der Erde etwas Auffallendes ereignet, sollte zur Vorsicht mahnen; noch mehr aber die Wahrscheinlichkeit, mit der sich für jeden Vorgang auf der Erde irgend eine Erscheinung an der Sonne auffinden läfst."



Kosten der Lick-Sternwarte. Dem kürzlich erschienenen Jahresberichte der University of California[1]) entnehmen wir folgende Zahlen über die bisherigen Kosten der grofsen, auf dem Mount Hamilton gelegenen (im Mai- und Junihefte 1889 in unserer Zeitschrift beschriebenen) Sternwarte. Das Stiftungskapital für den Bau und die Ein-

[2]) A. Hafslacher. Die auf den Steinkohlenbergwerken Preufsens in den Jahren 1861—81 durch schlagende Wetter veranlafsten Unglücksfälle. Im Auftrage der Schlagwetter-Kommission bearbeitet. Berlin, 1882.

[1]) Annual report of the secretary of the board of regents of the University of California, for the year 1889 (Sacramento, 1889).

richtung des Observatoriums betrug 700000 Dollars. Bis 1. Januar 1889 waren hiervon ausgegeben über 594000 Dollars; die bedeutendsten Quoten absorbirten die Eisenarbeiten, Kuppeln, nämlich 137900, und die Instrumente 111900 Dollars. Die Verzinsung eines Kapitals von 90000 Dollars dient zur Bestreitung der laufenden Ausgaben. Die Jahresauslagen (Gehälter u. dgl.) beliefen sich für 1888/89 auf 19840 Dollars. Das Observatorium beschäftigt 6 Astronomen, 3 Werkleute und wurde 1888/89 von etwa 5800 Personen besucht. Die Bibliothek zählt derzeit gegen 8000 Bände. Der Jahresbericht führt auch die Jahresausgaben einiger anderer grofser Sternwarten auf: jene des Naval-Observatory in Washington betragen über 60000 Dollars (7 Astronomen, 9 Seeoffiziere, 5 Mechaniker etc.), jene des Harvard College-Observatory 30000; das Royal Observatory zu Greenwich bedarf jährlich 42000 Dollars (10 Astronomen, 10 Rechner etc.). Das kaiserliche Observatorium zu Pulkowa bei Petersburg brauchte schon 1845 über 33000 Dollars jährlich, beschäftigte 1885 etwa 14 Astronomen und 50 Personen in verschiedener dienstlicher Verwendung. *



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat März-April.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
18.	März	Erdnähe	5h 41m Mg.	2h 44m Nm.
20.	„	Neumond	6 29 „	5 36 „
28.	„	Erstes Viertel	9 48 „	2 14 Mg.
29.	„	Erdferne	10 40 „	3 4 „
5.	April	Vollmond	6 46 Ab.	5 56 „
12.	„	Letztes Viertel	2 20 Mg.	9 48 „
13.	„	Erdnähe	3 8 „	11 2 Vm.

Maxima der Libration: 23. März, 5. April.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. März	22h 15m	—13° 2'	5h 58m Mg.	3h 40m Nm.	23h 57m	— 1° 49'	6h 39m Mg.	6h 27m Ab.
17. „	22 39	— 10 55	5 54 „	4 0 „	0 15	+ 0 13	6 30 „	6 40 „
21. „	23 4	— 8 29	5 51 „	4 21 „	0 33	+ 2 15	6 22 „	6 52 „
25. „	23 29	— 5 44	5 45 „	4 45 „	0 51	+ 4 17	6 14 „	7 6 „
29. „	23 56	— 2 40	5 40 „	5 12 „	1 9	+ 6 17	6 5 „	7 19 „
2. April	0 23	+ 0 39	5 34 „	5 40 „	1 28	+ 8 15	5 58 „	7 32 „
6. „	0 52	+ 4 13	5 29 „	6 11 Ab.	1 46	+10 11	5 49 „	7 45 „
10. „	1 21	+ 7 55	5 22 „	6 52 „	2 5	+12 2	5 42 „	7 58 „
14. „	1 52	+11 36	5 16 „	7 28 „	2 24	+13 49	5 36 „	8 12 „

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. März	16h 15m	—20°14'	0h 36m Mg.	8h 56m Mg.	20h26m	—19° 34'	4h44m Mg.	1h 10m Nm.
21. „	16 24	—20 40	0 24 „	8 38 „	20 30	—19 19	4 23 „	0 53 „
27. „	16 31	—21 4	0 10 „	8 18 „	20 35	—19 4	4 1 „	0 35 „
2. April	16 37	—21 25	11 53 Ab.	7 59 „	20 39	—18 51	3 41 „	0 18 „
8. „	16 42	—21 43	11 35 „	7 39 „	20 43	—18 38	3 19 „	11 59 Vm.
14. „	16 45	—22 1	11 17 „	7 17 „	20 46	—18 26	2 58 „	11 40 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
9. März	10h 7m	+13° 25'	3h 43m Nm.	6h 19m Mg.	13h38m	— 9° 31'	9h 16m Ab.	7h46m Mg.
17. „	10 5	+13 37	3 7 „	5 46 „	13 37	— 9 25	8 43 „	7 15 „
25. „	10 3	+13 47	2 33 „	5 14 „	13 35	— 9 18	8 10 „	6 42 „
2. April	10 2	+13 55	2 0 „	4 42 „	13 34	— 9 11	7 36 „	6 10 „
10. „	10 0	+14 1	1 26 „	4 10 „	13 33	— 9 4	7 3 „	5 38 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 20. März östl., 28. März westl., 5. April östl., 13. April westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. März	4h 1m	+ 18° 59'	8h 50m Vm.	0h 36m Mg.
27. „	4 2	+ 19 4	7 52 „	11 34 Ab.
11. April	4 4	+ 19 9	6 53 „	10 37 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

(Nur einige in die Morgenstunden fallende Verfinsterungen sind beobachtbar.)

31. März I. Trab. Verfinst. Eintritt 5h 39m Morg. (bei Sonnenaufg.)
5. April II. „ „ „ 4 30 „

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
25. März	* ε Tauri	3.6m	10h 35m Ab.	10h 54m Ab.
8. April	* ζ Librae	5.3	3 53 Mg.	4 31 Mg.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.	Declin.
R Virginis	28. März	7m	10m	12h 32m 56s	+ 7° 35'7
R Hydrae	12. April	5	10	13 23 42	— 22 42.6
R Bootis	14. „	6—7	11—12	14 32 21	+ 27 13.0
U „	23. März	9	12—13	14 49 14	+ 18 8.3
S Librae	3. April	8	12	15 15 4	— 19 59.4'
S Coronae	9. „	7	12	15 16 44	+ 31 45.8

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.		
R Librae	29. März	9—10	13	15	47	23	— 15	54.4	
R Scorpii	10. April	10	12	16	11	6	— 22	40.6	
R Sagittarii	22. März	7	12	19	10	14	— 19	30.0	
S Cygni	6. April	9	13	20	3	12	+ 57	40.1	
T Aquarii	6. „	7	12.5	20	44	8	— 5	33.2.	

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 18., 23., 28. März, 2., 7., 12. April Nm.
Algol . . 16. März Nm., 22. Mg., 28. Mg., 4. April Ab., 8. Mitt., 14. Mg.
U Coronae . . 22. März Mg., 29. Mg., 5. April Mg., 12. Mg.
S Cancri . . 16. März Nm., 26. Mg., 4. April Nm. 14. Mg.
δ Librae . . 17. März Mg., 21. Ab., 26. Mitt., 31. Mg., 4. April Ab., 9. Vm. 14. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 4. April.
W Virginis . 30. März.

6. Nachrichten über Kometen.

Betreffs der im Januar-Hefte angezeigten, ganz aufsergewöhnlich langen Sichtbarkeit des Barnardschen Septemberkometen haben wir zu bemerken, dafs dieser Komet, falls er im Frühjahr durch die grofsen Instrumente der Wiener, Pulkowaer oder der Lick-Sternwarte wieder aufgefunden wird, an Dauer der Sichtbarkeit selbst den längst beobachtbar gewesenen Kometen dieses Jahrhunderts, jenen von 1811, übertreffen würde, da letzterer 510 Tage verfolgt werden konnte, während der Barnardsche eine Sichtbarkeit vom 2. September 1888 bis Mai 1890, also etwa 600 Tage Beobachtungsdauer aufweisen würde. Der zweitgröfste Komet unsers Jahrhunderts, der Donatische vom Jahre 1858, konnte nur 275 Tage gesehen werden. Die viel schwächeren vom Juli 1825 und vom Juni 1861 wurden dagegen fast ein Jahr lang beobachtet. Der sehr lichtschwache zweite Komet des Jahres 1847 vermochte, da sich seine Entfernung von der Erde und Sonne nur langsam vergröfserte, 8 Monate lang für uns sichtbar zu bleiben. Der Barnardsche Septemberkomet wird schon im nächsten Monate, im März, und zwar in den ersten Morgenstunden, wo er etwa um 3 Uhr aufgeht, gesucht werden können. Er bewegt sich bis Mai vom Sternbilde des Schützen langsam durch die Milchstrafse gegen die drei Hauptsterne des Sobieskyschen Schildes; seine Entfernung von der Erde wird dann 100 Mill. Meilen betragen. Die Bahn des Kometen ist durch den Umstand bemerkenswerth geworden, dafs sie, nach einer neueren Rechnung Berberichs, eine hyperbolische (entgegen der sonst für Kometen allgemein geltenden Parabel) zu sein scheint; der Berechner muthmafst, dafs die ursprünglich parabolische Bewegung infolge einer Annäherung des Kometen an Uranus im Jahre 1882 durch dessen Attraktion in eine hyperbolische verwandelt worden sein könnte.





Kleyers Encyklopädie der gesamten mathematischen, technischen und exakten Naturwissenschaften. Richard Klimpert: Dynamik fester, Körper 700 Seiten; Allgemeine Physik 372 Seiten; W. Láska: Sphärische und theoretische Astronomie und mathematische Geographie 280 Seiten. Stuttgart, Jul. Maier 1889, 8°.

In der oben genannten Encyklopädie werden in einigen dreifsig Bänden welchen noch beständig weitere folgen, alle Zweige mathematischer und physikalischer Wissenschaften sowie die Anwendungen derselben ausführlich behandelt. Jeder Band enthält die betreffende Disziplin in eine grofse Anzahl von Fragen und Antworten zerlegt, unter Beifügung von Erklärungen, welche das auf die gestellte Frage bezügliche historische Detail, Ausrechnung der Formeln u. s. w. enthalten. Durch zweckmäfsig gewählte Aufgaben nebst vollständiger Ausrechnung auch der numerischen Beispiele wird für die gehörige Einübung und Sicherheit in der Anwendung des vorgetragenen Lehrsatzes gesorgt. Wiewohl durch diese in allen Lehrbüchern des Systems durchgeführte Form der Stoff sehr weitschichtig wird, die Uebersichtlichkeit leidet, und vielfache Wiederholungen unvermeidlich sind, ist dagegen namentlich für den Selbstunterricht die grofse Ausführlichkeit und gründliche Durcharbeitung auch der kleinsten Nebenrechnung dem wirklichen Verständnifs und der Fähigkeit, von dem Erlernten Anwendung zu machen, entschieden förderlich — wenn nur das ganze Buch wirklich durchgearbeitet wird, was aber keine unbeträchtliche Arbeit ist! Fachleute und Lehrer werden in den massenhaften Aufgaben und Anwendungen vieles Brauchbare finden.

Die „Dynamik fester Körper“ behandelt zunächst die reine Bewegungslehre (Phoronomie), sodann die Dynamik des materiellen Punktes, der festen Körper, endlich die Lehre vom Stofs fester Körper. Das „Lehrbuch der allgemeinen Physik“ enthält die genaue Feststellung der physikalischen Grundbegriffe, die allgemeinen Eigenschaften der Körper, die Gravitation und die Molekularkräfte.

Das „Lehrbuch der Astronomie“ setzt bereits einige Kenntnifs, soweit sie durch eines der populären Lehrbücher zu erlangen ist, voraus, aufserdem aber eine mathematische Vorbildung, welche es gestattet, in den späteren Theilen des Werkes Differential- und Integralrechnung in Aktion treten zu lassen. Es wird etwa soviel geboten, wie an den polytechnischen Hochschulen, wo die Astronomie als Nebenfach der höheren Geodäsie vorgetragen wird. Zur Ergänzung ist eine kurzgefafste Darstellung der theoretischen Astronomie beigefügt. In den Angaben der Zahlenwerthe ist möglichste Genauigkeit und Vollständigkeit angestrebt worden, ebenso in den historischen Erläuterungen. Wir zweifeln nicht, dafs dieses Lehrbuch jüngeren Studirenden der Astronomie

vielfach willkommene Unterstützung bei dem Studium der klassischen Autoren ihres Faches gewähren wird. Zweckmäfsig sind die jedem Bande am Schlufs angefügten Formelsammlungen. E. W.



Hermann Fritz: Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie. (Internat. wissensch. Bibliothek, 68. Band.) Leipzig, Brockhaus 1889. Preis broch. 7 M.

Die Kenntnifs jener Erscheinungen auf den Gebieten der Astronomie, Meteorologie und Geophysik, welche in ihrem Auftreten einem bestimmten Wechsel unterworfen sind und auf eine periodisch wirkende Grundursache deuten, hat sich in neuerer Zeit ungemein erweitert. Während man vor zwanzig Jahren von diesen Dingen mit Sicherheit kaum mehr als den Zusammenhang der Erscheinungen des Erdmagnetismus und der Polarlichter mit der bekannten Sonnenfleckenperiode anzuführen wufste, besitzen wir heute ein wahres Heer von Perioden; für die Beziehungen der Sonnenthätigkeit zu den Erscheinungen unseres Luftmeeres liefsen sich allein gegen dreifsig solcher Perioden aufzählen. Wenn nun auch gar manche der diesbezüglichen wissenschaftlichen Untersuchungen, sei es wegen Mangels eines gehörig zureichenden Beobachtungsmaterials, sei es wegen anderer in der Behandlungsart des Materials liegenden Ursachen, zum Theil auf noch recht schwachen Füfsen stehen, so ist es jedenfalls sehr an der Zeit, einem gröfseren Publikum eine möglichst vollständige Sammlung und Uebersicht der bisher gewonnenen Resultate vorzulegen. Man wird deshalb dem Verfasser sehr dankbar sein dafür, dafs er mit obigem Buche eine derartige Arbeit unternommen hat. Wenn vielleicht ein besonders kritischer Leser aus dem Fritzschen Werke findet, dafs auf dem Gebiete des Periodensuchens ein wenig des Guten zu viel gethan wird und ihm manche der Zahlen noch recht bezweifelbar scheinen, so kann ich ihm nur beistimmen; indefs möge er sich daran erinnern, dafs auch die Negation und der Widerspruch der Ergebnisse für die wissenschaftliche Erkenntnifs eines gewissen Werthes nicht entbehren.

Der erste Abschnitt des Buches ist ein kurz gefafster Abrifs beschreibender Astronomie der vornehmlichsten Körper unseres Sonnensystems mit besonderer Berücksichtigung der Forschungen über die Sonne; die Erscheinungen der Sonnenflecken, Fackeln der Sonne, deren Veränderlichkeit, die Ergebnisse der spektralanalytischen Untersuchungen darüber, die Messungen über Wärmestrahlung und chemische Wirkung des Sonnenlichtes, sowie die Ansichten über die Konstitution der Sonne werden daselbst behandelt; daran reiht sich ein Ueberblick über die Erdwärme, die Vertheilung des Festen und Flüssigen auf der Erde, einige Eigenthümlichkeiten der Erdatmosphäre und die Beschaffenheit des Mondes.

Die Darlegung der Perioden von täglicher, monatlicher und jährlicher Dauer, sowie jener von mehrjährigem Wechsel, welche bis jetzt mit mehr oder weniger Sicherheit an verschiedenen Erscheinungen haben konstatirt werden können, folgt im 2. und 3. Abschnitte des Werkes. Hier werden insbesondere aufgeführt: Die täglichen Schwankungen und die jährliche Variation der Elemente des Erdmagnetismus, der Luft- und Bodentemperatur, des Luftdruckes, der Verdunstung und der Niederschläge, der Winde und Stürme, der Gewitter und Blitzschläge, die Perioden des Polarlichtes und der Ebbe und Fluth, sowie

die wenig sichere, noch meist blofsen Vermuthungen unterliegende Periodicität der Sonnen- und Mondhöfe, Regenbogen, des Wachsthums und der Vergänglichkeit in der organischen Welt etc., ferner eine etwas breiter gehaltene Betrachtung periodischer kosmischer Wirkungen als Ursache der Veränderungen des Klimas, der Erderwärmung und der Eiszeit. Einer besonderen Abtheilung sind die vielfachen Beziehungen gewidmet, welche man zwischen der Sonnenthätigkeit und verschiedenen Erscheinungen gefunden hat oder derzeit noch vermuthet. Der Verfasser findet, dafs die $11^1/_9$jährige Fleckenperiode, abgesehen von deren längst anerkanntem Zusammenhange mit dem Erdmagnetismus und den Polarlichtern, noch als wahrscheinlich bezeichnet werden mufs bei den Meeresstürmen und Cyklonen, bei der Bildung von Cirrigewölk, dem Vorrücken und Zurückgehen der Gletscher, bei den Schwankungen des Luftdruckes, bei der Hagelbildung, während die Einwirkung der Sonnenthätigkeit noch problematisch ist auf Fruchterträge (namentlich Weinertrag und Weinqualität), auf die Ergebnisse der Fischerei, das Auftreten von Dürrjahren, Hochwässern, Heuschrecken, auf die Veränderungen der Jupiteroberfläche u. dgl.

Die Resultate über das Zutagetreten gröfserer Perioden, namentlich der 56-jährigen Sonnenperiode, oder gewisser Verhältnisse der Planetenumläufe, in manchen Erscheinungen sind in dem 4. Abschnitte enthalten. Mit Sicherheit ist die 56-jährige Periode konstatirt bei den Nordlichtern und dem Erdmagnetismus, der Bestätigung noch bedürftig ist sie bei einer Reihe von Phänomenen, wie der Jahrestemperatur und den Niederschlägen, bei gewissen periodischen Veränderungen der Gewässerstände, beim Luftdruck, bei Stürmen etc. Des Vorhandenseins einer kurzen, von der Sonnenrotation abhängenden (27-tägigen) Periode, die sich in manchen Temperaturbeobachtungen und in den Polarlichtern zeigen soll, gedenkt der Verfasser im 5. Abschnitte seines Buches. Mit einem zusammenfassenden allgemeinen Ueberblick des Ganzen schliefst er das Werk.

Die Darstellungsart des Stoffes ist durchaus knapp und sachlich, nicht blofs für den Fachmann berechnet, sondern auch für den wissenschaftlich gebildeten Laien verständlich. Goldene Worte sind es, die der Verfasser in Bezug auf mehrere modernste Periodenentdeckungen (Falb, Zenger) äufsert: ich will hoffen, dafs seine Worte auf guten Boden fallen und manchem zur Einsicht verhelfen über die Grundbedingungen wissenschaftlicher Arbeit.

F. K. Ginzel.





Frl. E. K. in H. (zugleich auch **Herrn W. H. in B.**). Mit grofsem Vergnügen beantworten wir einer so aufmerksamen, denkenden Leserin ihre sehr sachgemäfsen Fragen.

Zu dem Ende sei zur allgemeinen Aufklärung über die Eigenbewegung der Sonne vorausgeschickt, dafs die letztere zugleich mit dem ganzen System erfolgt, ihre Richtung und ihre Gröfse aber nur ganz ungefähr ermittelt werden konnte. Diese Eigenbewegung theilt unser Sonnensystem mit den übrigen Sternen am Himmel. Alles bewegt sich dort und zwar, soweit wir bisher übersehen können, in ganz geradlinigen Bahnen mit gleichförmiger Geschwindigkeit. Was wir also für die Eigenbewegung der Fixsterne halten, ist im Grunde nur ein Gemisch dieser wirklichen eigenen Bewegung des Sternes mit der eigenen Bewegung unseres Sonnensystems, durch welche der Ort des Sternes nur scheinbar verrückt wird. Die Gröfsen beider Bewegungen können wir leider nicht von einander trennen, weil wir einerseits die unserer Sonne nicht genau kennen und andrerseits auch nicht die Entfernung des betreffenden Fixsternes, da, wie unmittelbar einzusehen ist, die Abspiegelung der Bewegung des Sonnensystems eine um so kleinere Gröfse wird, je weiter der Stern entfernt ist, an dessen scheinbarer Verrückung wir diese eigene Bewegung zu konstatiren versuchen. Die Lage, in welcher wir uns diesem Problem gegenüber befinden, ist etwa durch folgenden Vergleich veranschaulicht: Stellen Sie sich vor, wir befänden uns auf einem Schiffe, das in finsterer Nacht auf offenem Ozean seine Strafse zieht, ohne dafs wir über die Richtung oder die Geschwindigkeit des Schiffes irgend etwas wissen. Ueber uns, sagen wir in einem Luftballon, der gleichfalls mit unbekannter Geschwindigkeit und Richtung sich fortbewegt, befindet sich ein Licht, das wir beobachten. Es ist dann wohl anzunehmen, dafs sowohl der Ballon wie das Schiff eine Zeit lang eine geradlinig fortschreitende Bewegung besitzen. An den Masten des Schiffes hinaufvisirend, erkennen wir in der That, dafs der leuchtende Punkt über uns nicht stille steht und wir können vielleicht auch mit einem Winkelinstrument die scheinbare Bewegung des Lichtpunktes durch Abmessung gegen die unendlich weit entfernten Sterne des Himmels verfolgen; aber die wahre Bewegung werden wir hieraus niemals erkennen können. Denken wir uns nun aber einmal die ganze Luft erfüllt von solchen Ballons, wovon jeder seinen eigenen Weg mit verschiedener Geschwindigkeit und in verschiedener Entfernung von uns beschreibt, dann wird man aus dem Gewirr der scheinbaren und wirklichen Bewegungen doch bald ein gewisses Gesetz herausfinden, dessen Ursache unsere eigene Bewegung ist. Wenn nämlich die Luftballons stillständen, so würden sie ja infolge unserer eigenen Bewegung alle sich nach rückwärts zu bewegen scheinen und zwar die über unsern Häuptern am schnellsten, wenn auch wegen ihrer verschiedenen Entfernungen verschieden schnell, die vor uns

dem Horizonte näherstehenden langsamer. Da sich nun allerdings diese Lichter in Wirklichkeit in allen möglichen Richtungen bewegen, so wird dennoch die rückschreitende Bewegung gerade über uns besonders vorherrschen müssen und hieraus kann man einen, wenn auch ziemlich vagen Schlufs über die Richtung unserer eigenen Bewegung machen.

Nun vertritt das Schiff, auf welchem wir uns befinden, aber nicht etwa die Stelle unseres Planeten oder auch nur der Sonne, sondern unseres ganzen Sonnensystems. Denken wir uns die Sonne in der Mitte des Schiffes und wir selbst laufen als Erde rings um dieselbe herum, so müssen die Lichter in den Ballons über uns aufser jener geradlinigen Bewegung auch noch Kreise um einen allerdings wieder infolge der Eigenbewegung fortschreitenden Punkt beschreiben, Kreise, welche wiederum nur die Abspiegelung unserer eigenen Bewegung innerhalb des Schiffes sind. Da diese Kreise nun an allen Lichtpunkten über uns, zwar wegen ihrer verschiedenen Entfernung verschieden grofs, doch in derselben Richtung und derselben Zeit ausgeführt zu beobachten sind, so erkennen wir unmittelbar, dafs sie nur scheinbare Bewegungen vorstellen und dafs nicht etwa alle, von einander doch ganz unabhängige Ballons solche Kreise in gleichen Zeitabschnitten durchlaufen. Da wir nun aber, obgleich wir über die Bewegung unseres Schiffes nur sehr ungenaue Kenntnifs besitzen, doch unsere eigene Bewegung auf dem Schiffe selbst um die Sonne herum sehr genau ausmessen können und andrerseits auch die scheinbare Kreisbewegung der Lichtpunkte über uns, abgesehen von der geradlinig fortschreitenden, so können wir aus der Gröfse der Abspiegelung dieser bekannten Bewegung auf die Entfernung schliefsen, in welcher diese Abspiegelung erfolgt. So wird also das Problem der Entfernungsmessung trotz der verwickelten Bewegungen theoretisch ganz genau zu lösen sein. Wir nehmen eben von der geradlinigen Bewegung, die eine Summe unbekannter Bewegungen ist, Abstand und verfolgen nur die kreisförmige, welche uns für unsere Zwecke völlig genügt.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin.

Von Prof. Dr. A. **Fischer,**
Sectionschef im Königl. Preufsischen Geodätischen Institut.

Unter der mathematischen Oberfläche der Erde verstehen wir diejenige Gleichgewichtsfläche, welche aus der gemeinsamen Wirkung der Anziehung aller Theile der Erdmasse und der durch die Umdrehung der Erde um ihre Axe erzeugten Centrifugalkraft hervorgeht. Wäre die Erde vollständig mit Wasser bedeckt, so würde die Oberfläche des Wassers zugleich auch die mathematische der Erde sein. Da dies nun nicht der Fall ist, so denkt man sich ein Netz von Kanälen über die Kontinente gelegt, welche als Fortsetzung der Meeresoberfläche die Ozeane auf die mannigfachste Weise untereinander verbinden und somit, wenn man von den Unregelmäfsigkeiten der Wasserfläche absieht, die durch Ebbe und Fluth, Strömungen, Winde u. s. w. verursacht werden, die mathematische Erdoberfläche darstellen.

Nimmt man nun an, dafs der Erdkörper entweder überall gleiche Dichtigkeit habe oder dafs dieselbe von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte hin nach einem bestimmten Gesetze zu- oder abnehme, so haben bereits Huyghens und Newton aus theoretischen Gründen nachgewiesen, dafs die mathematische Oberfläche ein Sphäroid oder abgeplattetes Umdrehungsellipsoid sein müsse.

Nun wissen wir aber, dafs diese Voraussetzung zwar für den flüssigen Erdkern, jedoch nicht für die erstarrte Erdkruste gelten kann, auf welcher nicht allein durch den Gegensatz zwischen Meer und Festland grofse Dichtigkeitsunterschiede stattfinden, sondern wo auch

auf den Kontinenten selbst durch die Massive gewaltiger Gebirgsstöcke und Hochländer gegenüber weiten ausgedehnten Tiefebenen, sowie durch die Lagerung von Massen der verschiedensten Dichten neben-, über- und durcheinander in der Erdkruste die Dichtigkeitsverhältnisse eine fortwährende Aenderung erleiden. Aus diesem Grunde wird demnach die mathematische Erdoberfläche nicht mehr eine einfache mathematische Fläche, wie das Ellipsoid sein, sondern wegen der aufserordentlich verschiedenen und mannigfaltigsten Dichtigkeitsänderungen der Erdrinde gleichfalls eine komplicirte, durch einen einfachen mathematischen Ausdruck nicht mehr darstellbare Fläche bilden.

Obwohl Heinrich Bruns die nothwendigen Bedingungen, bezw. Beobachtungen und Messungen angegeben hat, um diese verwickelte, wirklich stattfindende mathematische Oberfläche unmittelbar zu bestimmen, so bieten sich der Ausführung dieser Erfordernisse, aufser dem Aufwand an Arbeit, Zeit und Kosten, welche wohl durch die Gesellschaft für internationale Erdmessung bewältigt werden könnten, auch noch theoretische Schwierigkeiten dar, da es der Wissenschaft bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Gesetze der terrestrischen Strahlenbrechung so zu erforschen und festzustellen, dafs man die Beträge derselben und deren Abhängigkeit von atmosphärischen Zuständen bei trigonometrischen Höhenmessungen in Rechnung ziehen könnte.

Man kommt daher schneller, einfacher und sicherer zum Ziele, wenn man die Erde als Umdrehungsellipsoid annimmt, aus geodätischen Messungen dessen wahrscheinlichste Gröfse und Gestalt ermittelt und dann die Abweichungen der wirklich stattfindenden mathematischen Erdoberfläche von diesem Ellipsoid bestimmt, was möglich ist. Es ist dies Verfahren um so mehr gestattet, als erfahrungsmäfsig die Unterschiede beider Flächen nur geringe sind.

Wir haben daher zwei mathematische Erdoberflächen zu unterscheiden; nämlich die ideale, bei welcher überall eine gleichmäfsige Zunahme der Dichte von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt angenommen wird, die sich durch einen einfachen mathematischen Ausdruck definiren läfst und die wir Ellipsoid nennen; dann aber die reale, welche den stattfindenden Dichtigkeitsschwankungen entspricht und die von Listing den Namen Geoid erhalten hat. Das Ellipsoid schmiegt sich im allgemeinen dem Geoid an, so dafs letzteres das erstere bald berührt, bald koncentrisch mit ihm läuft, bald dasselbe schneidet, so dafs es je nach der Variation der Dichte der Erdkruste einmal über, das anderemal unter dem Ellipsoid liegt. Beide Flächen sind Gleichgewichts- oder Niveauflächen d. h. Flächen, welche in jedem ihrer

Punkte senkrecht zur Richtung der Schwere oder des Lothes stehen. Daraus folgt, dafs, wenn das Ellipsoid von dem Geoid in einem Punkte berührt wird, die geoidische und ellipsoidische Schwererichtung oder die Lothe beider Flächen an diesem Punkte zusammenfallen müssen. Dasselbe wird der Fall sein, wenn beide Flächen koncentrisch laufen, da sie dann als parallele Flächen zu betrachten sind. Sobald sich aber beide Flächen schneiden oder einen Winkel mit einander bilden, fallen auch die Lothe nicht mehr zusammen, sondern bilden ebenfalls einen Winkel, dessen Gröfse der Wirkung der an diesem Orte stattfindenden Dichtigkeitsverhältnisse der Erdrinde entsprechen wird. Dieser Winkel zwischen den beiden Schwererichtungen oder Lothen wird nun Lothabweichung, Lothablenkung oder Lothstörung genannt und giebt uns die Mittel in die Hand, die Lage des Geoids zum Ellipsoid zu bestimmen und in Bezug auf die gröfsere oder geringere Dichte der Erdkruste der betreffenden Gegend oder über die Dichte der störenden Masse Schlüsse zu ziehen. Wir verstehen daher unter der störenden Masse diejenige Masse, deren Dichte von der mittleren Dichte der Erdoberfläche abweicht, und infolge dessen die Abweichungen zwischen Ellipsoid und Geoid bewirkt oder die Lothstörungen verursacht.

Man unterscheidet nun allgemeine und lokale Lothstörungen, je nachdem grofse, weite Gebiete der Erdoberfläche gemeinsam unter der Wirkung von räumlich sehr ausgedehnten Dichtigkeitsverschiedenheiten der Erdrinde stehen, wie sie z. B. zwischen Meer und Festland, Tafelländern und Tiefebenen stattfinden, oder je nachdem sich die Lothstörungen nur über ein kleines, begrenztes Areal erstrecken, hervorgebracht durch die unregelmäfsige Dichte sichtbarer Massen, wie z. B. von Gebirgen und Höhlen oder durch unterirdische Massenlagerungen von gröfserer oder geringerer Dichte, wie z. B. durch Erz-, Kohlen-, Salzlager u. a., auf deren Vorhandensein man häufig erst durch die ermittelten Lothabweichungen hingewiesen wird. Man spricht daher von den allgemeinen Lothabweichungen Europas, dagegen von den lokalen Lothstörungen im Harz oder in der Umgegend von Moskau.

Alle Beobachtungen und Messungen, seien sie nun zur Bestimmung der Gröfse und Figur der Erde oder zur Ermittelung bestimmter geodätischer Aufgaben und Untersuchungen angestellt, beziehen sich auf das Geoid; dagegen legen wir für alle aus denselben hergeleiteten rechnerischen Operationen auf der Erdoberfläche die einfache Fläche des Ellipsoids zu Grunde. Kurz ausgedrückt heifst dies: Auf dem Geoid wird beobachtet, auf dem Ellipsoid wird gerechnet. Daraus folgt,

dafs diejenigen Gröfsen, welche man wie die geographische Breite oder Polhöhe, die geographische Länge und das Azimut (d. h. derjenige Winkel, den die Richtung nach Punkt B im Punkte A mit dem Meridian des letzteren macht) einmal direkt und unmittelbar durch astronomische Messungen erhalten, also auf dem Geoid bestimmen, das anderemal aber auf dem Ellipsoid rechnerisch ermitteln kann, uns in den Stand setzen werden, die Abweichungen beider Flächen oder die Lothabweichungen aufzufinden. Hierbei ist zu bemerken, dafs man das Ellipsoid immer als die ungestörte, das Geoid aber als die gestörte Fläche betrachtet.

Denken wir uns nämlich das Loth eines Ortes nach oben bis zur Himmelskugel verlängert, so trifft es dieselbe in einem Punkte, den wir den Scheitelpunkt oder das Zenith nennen. Sobald nun Lothstörung vorhanden ist, schneiden sich beide Lothe im Erdort, und wir erhalten durch die Verlängerung der Lothe zwei Zenithpunkte: das ellipsoidische oder ungestörte, und das geoidische oder das gestörte Zenith. Es ist demnach die Störung des Zeniths der Störung der Schwererichtung diametral entgegengesetzt. Wird daher das Loth durch die störende Masse z. B. nach Süden abgelenkt, so weicht das gestörte Zenith um denselben Winkel nach Norden ab.

Kennt man daher das Azimut der Richtung des gestörten im ungestörten Zenith und die Entfernung beider Scheitelpunkte, so kann man sich die Lothabweichung im betreffenden Erdort graphisch versinnbildlichen, wenn man die Lage des gestörten Zeniths gegen das ungestörte auf einer Karte nach den eben genannten Gröfsen einzeichnet. Da bei Untersuchung lokaler Lothstörungen immer mehrere Stationen in Betracht kommen, so wird man aus den Richtungen der gestörten Zenithe ersehen können, ob die Lothstörungen von einer Masse von grösserer oder geringerer Dichte als der mittleren der Erdkruste verursacht werden. Strahlen nämlich die Richtungen des gestörten Zeniths nach einem Punkte hin oder konvergiren sie, so gehen die gestörten Lothe auseinander. Die störende Masse wird demnach eine geringere Dichte besitzen, da sie die Lothe von sich abstöfst. Strahlen sie dagegen von einem Punkte aus oder divergiren sie, so werden die Lothe von der störenden Masse angezogen, weshalb dieselbe demnach eine grössere Dichte besitzen mufs.

Diese Gesamt-Lothstörung läfst sich allerdings für einen Punkt direkt nicht bestimmen, aber man kann dieselbe in zwei Theilstörungen zerlegen, die in zwei aufeinander rechtwinklig stehenden

Ebenen wirken, nämlich in die Lothabweichung im Meridian oder der Breite, und in diejenige im Parallel oder der Länge. Denn da wir diese Gröfsen sowohl astronomisch oder geoidisch, als auch geodätisch oder ellipsoidisch bestimmen können, so sind die Unterschiede beider Bestimmungen zugleich die Lothstörungen in Breite, bezw. in Länge, woraus man alsdann Azimut und Entfernung des gestörten Zeniths, also die Gesamtstörung durch den Ausdruck findet:

$$\text{tang } a = \frac{l' - l}{\varphi' - \varphi} \cos \varphi \quad \text{und} \quad \Lambda = (\varphi' - \varphi) \sec a = (l' - l) \cos \varphi \text{ cosec } a$$

wo a das Azimut und Λ die Entfernung des gestörten Zeniths, ausgedrückt in Sekunden, $l' - l$ die Störung in Länge, $\varphi' - \varphi$ die in Breite, φ die geodätische Polhöhe bedeutet. Die Differenzen $l' - l$ und $\varphi' - \varphi$ immer im Sinne „astronomischer weniger geodätischer Betrag“ gedacht.

Bekanntlich bestimmen wir die Gröfse und Figur des Erdellipsoids aus Breiten- und Längengradmessungen. Bei ersteren verbinden wir zwei Punkte, die in demselben Meridian, bei letzteren zwei, die in demselben Parallel liegen, durch eine Dreieckskette mit einander. Nachdem wir nun eine Grundlinie oder Basis unmittelbar gemessen haben, berechnen wir die lineare oder geodätische Entfernung beider Punkte. Den Winkelwerth der Entfernung bestimmen wir aber aus der Differenz der astronomisch bestimmten Breiten, bezw. Längen beider Punkte. Zwei Gradmessungen sind nöthig, um Gröfse und Gestalt des Ellipsoids zu ermitteln. Natürlich wird die Bestimmung eines solchen, nur aus zwei Gradmessungen hergeleiteten Ellipsoids, eine sehr unsichere sein. Man vereinigt daher mehrere und in verschiedenen Erdgegenden vorgenommene Messungen zu der Bestimmung des wahrscheinlichsten Ellipsoids. Da uns dieses nun die Gestalt des ungestörten Erdkörpers darstellen soll, so ist klar, dafs, wenn auf einer oder mehreren Gradmessungsstationen Lothabweichungen vorhanden sind, diese Störungen bei Bestimmung des Ellipsoids mitwirken und das Resultat verfälschen werden. Man vermeidet daher gern, solche gestörte Stationen zur Ableitung der Erdfigur zu benutzen, oder man sucht deren Lothstörungen zu ermitteln und in Rechnung zu ziehen. Von vornherein weifs man aber nicht, ob eine Station gestört ist oder nicht. Obwohl man annehmen kann, dafs die allgemeinen Lothstörungen sich in der Breiten- oder Längendifferenz gegenseitig zum gröfsten Theil aufheben und zerstören werden, so bleiben doch die lokalen Lothabweichungen übrig, die erst durch besondere Untersuchungen festzustellen sind. Deshalb hat die erste allgemeine Conferenz der Mitteleuropäischen Gradmessung, welche im Oktober 1864 zu Berlin tagte,

beschlossen, dafs die Umgebung der astronomischen Hauptpunkte einer Gradmessung in Bezug auf Lothabweichungen untersucht werden solle.

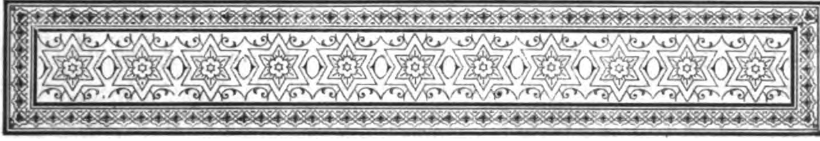
Um diesem Verlangen nachzukommen, ordnete der Direktor des Geodätischen Instituts, Herr Professor Helmert, an, dafs auch die Umgebung des trigonometrischen und astronomischen Hauptpunkts Rauenberg, des Ausgangspunktes für die Berechnung der geographischen Breiten und Längen der deutschen Generalstabskarte einer Untersuchung auf lokale Lothstörungen unterzogen würde. Dieser Punkt liegt nahezu 8 Kilometer südlich von Berlin auf einer kleinen Anhöhe des Gutes Marienhöhe, etwa 150 Meter nördlich der Chaussee von Tempelhof nach Lankwitz.

Die für diese Aufgabe nöthigen Beobachtungen wurden in den Sommermonaten von 1886 und 1887 angestellt, und sind dieselben mit den daraus folgenden Ergebnissen in der Veröffentlichung des Königl. Geodätischen Instituts, unter dem Titel: „Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin“ niedergelegt worden.

Da die erhaltenen Resultate auch für das nicht fachwissenschaftliche Publikum manches Interessante haben dürften, so möge es gestattet sein, dieselben durch diese Zeitschrift einem gröfseren Lesekreise in Kürze bekannt zu geben.

(Schlufs folgt.)





Die Californischen Erdbeben 1850-88 in ihrer Beziehung zu den Finsternissen.

Von **F. K. Ginzel,**

Astronom am Recheninstitut der Königl. Sternwarte in Berlin.

(Schlufs.)

Es mag noch ein Interesse für den Leser haben, diejenigen Erdbeben des Holdenschen Kataloges mit den gleichzeitigen Fluthkonstellationen zu vergleichen, welche nicht mit Sonnen- und Mondfinsternissen zusammengefallen sind. Ich hebe aus diesen (bereits in dieser Zeitschrift, im Oktoberheft 1889, S. 55 mitgetheilten) Beben diejenigen heraus, welche zwischen 1850—88 namentlich in Californien beobachtet worden sind. Neben die Erdbebenmeldung ist die Fluthkonstellation gestellt; wo aufser den Angaben über „Aequatorstand" und „Perigäum" keine Bemerkung über Neu- oder Vollmond gemacht ist, tritt in der Nähe des betreffenden Tages kein Neu- oder Vollmond ein. Es folgen zuerst die

stärkeren Stöfse in Californien, die nicht mit Finsternissen zusammengefallen sind.

1851 Mai 15. Beben [— Äq. 11. P. 15. Voll.-M.]
1852 Nov. 9. Heftiger Stofs Fort Yuma [8. Äq. 11. P.]
1853 Feb. 1. „ „ San Simeon, Gebäudebeschädig. [— Äq. 2. P.]
„ Okt. 23. Mehrere sehr heftige Stöfse Humboldtbay. [– Äq. 21. A.]
1855 Jan. 24. Heftiger St. ziemlich verbreitet [— Äq. — P.]
„ Juli 10. Heftige Stöfse Los Angeles, Pt. San Juan [— Äq — P. 14. Neu-M.]
1856 Jan. 2. u. 10. Zwei ziemlich heftige Stöfse Californ. [— Äq. — P., resp. — Äq. 10 P.]
1858 Nov. 26. Sehr heftiges Beben mit schweren Beschädigungen in S. Francisco, S. José. [— Äq. 22. P. 5 Tage nach dem Vollmond!]
1861 Juli 3. Durch einige Tage schärfere Stöfse S. Francisco [— Äq. 1. A.]
1864 März 5. Beträchtlicher Stofs S. Francisco, S. José, Stockton, Santa Cruz, [-- Äq. 7. P. 8. Neu-M.]

1865 Mai 24. Scharfer Stofs S. Francisco, S. Juan, S. Cruz. [— Äq. 23. P. 24. Neu-M.]
1866 Feb. 17. Der Lauf des Klamathflufs gestört. [17. Äq. 18. P. 15. Neu-M.]
1868 Im Gebiete des Kern-Rivèr vom 3.—28. Sept. mehrfache Erdbeben.
1869 Oct. 7. u. 8. Mehrere starke Stöfse Californ. [— Äq. 5. P. 5. Neu-M.]
„ Dez. 26. Reihe von Stöfsen Sacramento, Stockton, Marysville u. a. O. [26. Äq. 27. P.]
1885 Jan. 30. Anzahl Stöfse Susanville, Lossen- und Sierra County. [— Äq. 29. P. 30. Voll-M.]

Ferner folgen noch

die sehr grofsen und schweren Erdbeben Californiens zwischen 1850—1888.

1857 Jan. 9. Schwer in Fort Tejon, zerstörend in S. Francisco, San Diego-Bueneventura u. v. a. O. [— Äq. — P. 10. Voll.M.]
1865 Oct. 8. Zusammenhängend mit der Eruption des Mount Hood. Siehe ad [17]) [18]). S. 259.
1867 Jan. 8. Schreckliches Erdbeben Fort Klamath (Oregon). [— Äq. — P. 6. Neumond.]
1868 Oct. 21. Das gröfste Erdbeben Californiens; daselbst in den meisten Orten zerstörend und überaus heftig. [— Äq. — P. Weder Neu- noch Vollmond, u. am 25. Mond in der Erdferne.] Mit Nachwirkungen am 22., 23., 25., 26., 27., 30., 31. Oktober und Beben in gröfseren Intervallen im Nov., Dez. bis Januar 1869.
1872 März 26. Grofses Beben im Inyo County mit grofsem Verbreitungsgebiet; heftige und grofse Zerstörungen; Unzahl Stöfse. Nachzügler bis tief in den April hinein. [25 Äq. — P. VollM. 25.] Vorher waren Stöfse am 17., 18., 23., 25. März.

Stellen wir noch die Resultate zusammen. Zunächst ergeben sich unter den 41 früher aufgeführten Beziehungen von Erdbeben zu Finsternissen 28 Fälle, wo die betreffenden Sonnen- oder Mondfinsternisse von einigen Erdstöfsen oder einem scharfen Stofse gefolgt waren oder letztere ihnen vorausgingen. Es traten ein

3	Fälle	bei	Sonnenfinsternissen,
3	„	„	Sonnenfinst., Aequatorstand u. Perigäum,
kein	Fall	„	Sonnenfinst. und Aequatorstand,
6	Fälle	„	Sonnenfinst. und Perigäum,
5	„	„	Sonnenfinst. und Apogäum,
2	„	„	Mondfinsternissen,
3	„	„	Mondfinst., Aequatorstand u. Perigäum,
1	Fall	„	Mondfinst. und Aequatorstand,
2	Fälle	„	Mondfinst. und Perigäum,
3	„	„	Mondfinst. und Apogäum.
28.			

Unter den als starke Beben bezeichneten 15 Fällen (1868 ausgeschlossen), von denen keiner mit einer Finsternifs zusammenfiel, fanden sich

2 Fälle	bei	Aequatorstand und Perigäum,
1 Fall	"	Aequatorstand, Perigäum und Neumond
kein Fall	"	Aequatorstand,
2 Fälle	"	Perigäum und Vollmond,
3 "	"	Perigäum und Neumond,
2 "	"	Perigäum,
2 "	"	Apogäum,
2-3 "		unabhängig von Fluthkonstellationen.
15.		

Von den 5 sehr schweren zerstörenden Erdbeben fand eines bei Neumond, 2 bei Vollmond (ohne Verbindung mit weiteren Fluthfaktoren), eines unabhängig von jeder Konstellation und eines als Folge einer vulkanischen Eruption statt.

Wenn also die Erdbeben der Holdenschen Reihe so unbekümmert um die Finsternisse (41 Fälle gegen 153 Finsternisse) statthatten und zwar die schärferen Stöfse eben so häufig bei Mondnähe wie bei Mondferne, wie ohne besondere Rücksicht auf die verstärkenden Fluthfaktoren, wenn ferner die starken und die schweren Beben gar ohne jede Beziehung zum III. und VII. Fluthfaktor (Finsternisse) und zu anderen Konstellationen sich ereigneten, so spricht das wahrhaftig herzlich wenig für die Falbsche Fluththeorie.[1]) Und doch soll der Einflufs des Mondes auf die Häufigkeit und Stärke der Erdbeben „so deutlich in der Statistik ausgesprochen“ sein, dafs „nur Unkenntnifs der Thatsachen Zweifel darüber erzeugen kann.“ (!) (Falb, Umwälz. im Weltall 221.)

Nun mufs ich dem Leser ein Geständnifs machen, das ihm ein wenig unerwartet kommen wird: ich halte nämlich diese meine eigene bisherige Untersuchung der Holdenschen Erdbebenreihe in Bezug auf deren Abhängigkeit von Finsternissen selber nicht für sehr wissenschaftlich, obwohl ich dabei immer noch wissenschaftlicher verfahren bin, als Herr Falb in seinen Büchern. Warum sollte es nämlich nicht gestattet sein, ganz nach Falbschem Vorbilde solche Statistik ohne wissenschaftliche Diskussion und Kritik zu treiben; wird eine solche Methode dem Begründer einer grofsen Theorie nicht verübelt und findet er damit genug Gläubige, so darf doch einmal auch ein

[1]) Ich könnte hier noch hinzufügen, dafs sich speziell unter jenen 120 historischen Sonnen- und Mondfinsternissen, die ich behufs gewisser Aufgaben seinerzeit sehr eingehend bezüglich der ihnen zu Grunde liegenden geschichtlichen Berichte habe untersuchen müssen (m. s. Dezember- u. Januarheft des I. Jahrg. dieser Zeitschrift), nur etwa 8 Fälle vorfinden, wo von den Chronisten gleichzeitig mit den Finsternissen von eingetretenen Erdbeben Meldung gemacht wird.

Sternwarten-Assistent sich vor der Haarspalterei methodischer Behandlungsart seitwärts in die Büsche schlagen. In welcher Weise werden wir (zum xten Male schon) darüber belehrt, dafs die Fluththeorie richtig ist? Folgendermafsen: Wenn ein besonderer kritischer Tag vorüber ist, werden sämtliche Arten von Wettersturz, die Erdbeben u. s. f., die sich mehrere Tage vor und nach der kritischen Epoche, gleichviel wo, ereignet haben, zusammengestellt und als Beweis ausgegeben. Dafs es aber ein nur wenige Quadratmeilen umfassendes Gebiet war, ein winziges Fleckchen Europas, wo eine solche Störung vorkam, dafs ungeheure Gebiete der Erde, gegen die jenes Fleckchen verschwinden würde, an demselben kritischen Tage ruhig geblieben sind, dafs aber dafür an gar nicht kritischen Tagen sehr grofse Areale der Erde gleichzeitig von bedeutenden Störungen betroffen wurden, ohne dafs die drohenden Zeichen der Fluthkonstellationen am Himmel standen, wird wohlweislich verschwiegen oder nicht der Erwägung werth befunden. Ein richtiger Gläubiger der Fluththeorie nimmt eben die Kämpen her, wo er sie findet und ohne Rücksicht auf ihre Tauglichkeit. Die quecksilberartige Beweglichkeit und Dehnbarkeit der Theorie erlaubt es ja, fortwährend Beziehungen in den Epochen des Mondumlaufes zu den Ereignissen aufzufinden. Nehmen wir, um ein Beispiel zu geben, den März und April des Jahres 1872 vor. In beiden Monaten giebt es folgende Fluthfaktoren:

2.	März	Letztes Viertel,	1.	April	Letzt. V. u. Perig.*
6.	„	Perigäum,*	7.	„	Aequatorstand,*
9.	„	Neumond,*	8.	„	Neumond,*
10.	„	Aequatorstand,*	15.	„	Erst. V. u. Apogäum,
17.	„	Erstes Viertel,	21.	„	Aequatorstand,*
18.	„	Apogäum,	23.	„	Vollmond,*
25.	„	Voll-M. u. Aequatorst.*	27.	„	Perigäum,*
			30.	„	Letzt. Viertel.

Da haben wir also gleich zehn kritische Tage [*] (wobei wir die Mondviertel nicht als Fluthfaktoren mitnehmen), die nach Falb noch jeder um mindestens zwei dehnbar sind, so dafs kaum der halbe März und halbe April unkritisch bleiben. Natürlich bestätigt sich diese kritische Zeit an den Ereignissen sofort; denn es gab folgende Erdbeben:

6.	März	in Deutschland,	3.	April	Antiochia (schwerer Stofs),
11.	„	Japan (zerstörend),	14.	„	Goldküste v. Afrika,
23.	„	Nordamerika,	15.	„	Vulkan Merapi (Java),
26.	„	Californien (s. Seite 310),	16.		
„	„	Stadt Mexico,	17.	„	Island,
28.	„	Salzseestadt,	18.		
			24.	„	Vesuveruption.

Die noch offenen Plätze kann man sogleich besetzen, wenn die californischen Erdbeben hinzugezogen werden: 18., 23., 25., 28., 29. März, 3., 9., 10., 11., 12., 13., 18., 23., 28., 30. April. Rechnet man noch alle Erdstöfse hinzu, die in der gleichen Epoche an andern bebenreichen Gebieten der Erde wahrscheinlich wahrgenommen worden sind, so bleibt zuletzt vom März und April 1872 kein Tag übrig, der nicht „beweisen" könnte. Nun komme mir noch Einer und sage, die Falbsche Theorie stimme nicht! Im Gegentheil, mein Leser, sie mufs immer stimmen, denn man wird, selbst wenn das Zusammentreffen von nur zwei Fluthfaktoren als kritischer Tag betrachtet wird, im Jahre immer eine Anzahl Tage finden, die sich mit Depressionen, Erdbeben u. s. w. bequem in Verbindung bringen läfst. Der Leser möge zur Probe die Erklärung der meteorologischen Vorgänge, Erdbeben und schlagenden Wetter, die sich im Laufe eines Monats an verschiedenen Orten Europas abgespielt haben, mittelst der Fluthkonstellationen versuchen; er hat nur einen der 7 Falbschen Heiligen (id est Fluthfaktoren) anzurufen und er wird einen dieser dienstbaren Geister immer in der Nähe vorfinden.

Was folgt nun aus alldem? Ich habe im Vorhergehenden, wie Herr Falb mit der Statistik für seine Theorie beweist, auf demselben Wege gegen seine Theorie bewiesen. Solche Beweisart, sagte ich schon, ist überhaupt kein hinreichender Beweis. Es fehlt, um es gleich in ein Wort zu fassen, die wissenschaftliche Kritik darin. Darüber wollte ich dem Leser die Augen öffnen. Was man unter wissenschaftlich kritischer Behandlung eines gegebenen Beobachtungsmateriales versteht, ist nicht leicht auseinanderzusetzen, da es zu sehr auf den vorgelegten Fall und das beabsichtigte Resultat ankommt. Aber es läfst sich etwa dahin ausdrücken, dafs man darunter die gleichmäfsige Betrachtung der Beobachtungen, sowohl der für eine Theorie sprechenden, als auch der ihr widersprechenden, versteht, dafs man dabei nach Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung verfährt, die aus der Vergleichung von Theorie und Beobachtung hervorgehenden Fehler auf die ganze Beobachtungsreihe vertheilt und so aus dem Ganzen ein den mittleren Verhältnissen entsprechendes, also ein zugleich der Wahrheit am nächsten kommendes Endergebnifs zu erhalten sucht. Dieser Grundsatz ist gegenwärtig in der Astronomie und Meteorologie mit Recht acceptirt, wo es gilt, hypothetische Voraussetzungen mit Beobachtungen zu vergleichen und daraus Schlüsse für die Erkenntnifs von Naturgesetzen zu ziehen. So kann die Nichtbeachtung dieses Verfahrens unter Umständen z. B. bei der Ermittlung

der Bahn eines Kometen, ein sehr von der Wahrheit abweichendes, wenn nicht ganz falsches Resultat ergeben. Welcher Wirrwarr würde in der meteorologischen Forschung hervorgerufen werden, wenn man die kritische Behandlung der Beobachtungen bei Seite setzen wollte. Diese Bemerkungen mögen nur darauf hinweisen, in welche Sackgassen und Irrwege man mit blofsen statistischen Aufstellungen, ohne deren wissenschaftliche Diskussion, bei der Untersuchung von Naturerscheinungen gerathen kann und namentlich das Aufsuchen von Perioden, d. h. von gesetzmäfsig wiederkehrenden, auf ein und dieselbe Grundursache deutenden Fällen, ist mit vieler Gefahr verbunden. Es ist ganz ungerechtfertigt, in dieser Weise Wetter- und Erdbeben-Statistik zu treiben und auf einige Scheinresultate ein „Prophetenthum zu gründen.[1])

Diese vorhin erwähnte kritische Behandlung mufs also auch bei der Frage des Einflusses der Mondkonstellationen auf Erdbeben verlangt werden. Des Pudels Kern bei der ganzen Sache liegt nicht, wie das Publikum oft meint, in dem Eintreffen oder Nichteintreffen der Falbschen Prophezeihungen, sondern in dem gänzlichen Mangel eines wissenschaftlich geführten Beweises auf Grund wirklich ausreichenden Beobachtungsmaterials. Einen so gestalteten Nachweis haben wohl nicht die Gegner der Falbschen Theorie zu liefern, sondern er fällt dem Begründer dieser Theorie selber zu. Es ist dabei noch die Frage, ob die Beobachtungen der Erdbeben zu solch' einer Untersuchung derzeit schon ausreichen. Denn es wäre von besonderer Wichtigkeit, dafs diese Beobachtungen systematisch gemacht worden sind, also der Zeitfolge nach möglichst wenige Lücken haben. Die älteren Reihen von Perrey u. A. sind in dieser Hinsicht alle viel zu lückenhaft. Erst die neueren, an seismographischen Instrumenten gemachten Aufzeichnungen dürften allmählich ein geeignetes Material repräsentiren. Ob die japanische Bebungsreihe (s. Novemberheft S. 109) schon zureicht, würde ein näheres Eingehen auf dieselbe lehren. Derzeit stehen wir mit solchem Material erst am Anfange. Die Prophezeihungen werden zur Vermehrung

[1]) Jener Theil der Tagespresse, der die „kritischen Tage“ verbreiten hilft (in der Nebenabsicht, dieselben als Sensationsfutter vor den Lesern auszustreuen) angeblich, damit das Publikum sich seine eigene Ansicht bilden könne, dürfte diese Politik kaum überlegt haben. Das Publikum kann sich gar nicht eine Ansicht bilden, denn es müfste dazu jeder Zeitungsleser erstens bei jedem vorkommenden Falle über das gesamte nothwendige meteorologische und seismische Beobachtungsmaterial verfügen, und zweitens müfste jeder wissenschaftlich hinreichend geschult sein, um die Dinge richtig zu unterscheiden und daran Kritik üben zu können.

der Beobachtungen wenig nützen, da die schwächeren Erdbeben der Allgemeinheit zu sehr entgehen; es bleibt nur derselbe rationelle Weg, den die Meteorologie unseres Jahrhunderts gegangen ist: die möglichste Vermehrung der Erdbebeninstrumente und die Organisation ausgedehnter Beobachtungsnetze in bebenreichen Bezirken. Namentlich betreffs der mikroseismischen Beben, d. h. den sehr schwachen und sehr häufigen Erschütterungen eines und desselben bebenreichen Gebietes (Japan, Californien, Centralamerika u. s. w.) darf man die Hoffnung hegen, dafs es bei der richtigen Behandlung gerade solcher Reihen am ehesten gelingen wird, die Ursachen der Erdbeben aufzudecken. Für die Theorie der Fluthkonstellationen müssen diese Reihen, da sich in ihnen der etwaige Mondeinflufs klarer aussprechen mufs, entscheidend sein. Sollte die Erscheinung der Erdbeben thatsächlich an kosmische Ursachen geknüpft, also periodischer Natur sein, so müfsten sich, wie Prof. H. Fritz sehr richtig bemerkt, „tägliche, jährliche Sonnenperioden, Perioden des Mondumlaufes, seines Breitenwechsels, wie die Bewegung seines Perigäums und Apogäums und des Umlaufs der Mondknoten, welche die 18,6jährige Nutationsperiode der Erdaxe erzeugen, in den Erscheinungen abspiegeln." Derzeit aber ist es noch viel zu frühe, auf den schwankenden Gründen unzureichender Erfahrungen schon Schlüsse auszusprechen.

Die Frage des Mondeinflusses auf Erdbeben soll hier garnicht geleugnet werden; ja dieser Einflufs wäre, im Falle die Lehre von einem flüfsigen Erdinnern richtig ist, wahrscheinlich, obgleich dieser Einflufs sich noch geringer herausstellen und für Erdbebenvorhersagungen unbrauchbarer sein wird, als es die ohnehin verschwindend kleinen Ueberschüsse sind, die man aus der Mondwirkung auf das im Vergleich zum Erdinnern viel beweglichere Element des Luftmeeres (Druck, Bewölkung, Gewitter u. s. w.) hat finden können. Unsere Opposition richtet sich erst in zweiter Hinsicht gegen die Sache, in erster Linie aber gegen die Art, wie die Falbsche Theorie das Ansehen von Wissenschaftlichkeit annehmen und in der Oeffentlichkeit das Feld dominiren will. Dieser Weg mag vielleicht ganz dazu geschaffen sein, das Publikum für sich einzunehmen; vor der Wissenschaft aber ist dieser Weg (so paradox es klingen mag) ein falscher, selbst wenn die Theorie richtig wäre.





Ueber Kometen und Sternschnuppen.

Vortrag, gehalten in der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg.

Von Prof. C. F. W. Peters,
Director der Kgl. Sternwarte zu Königsberg.

Unter den Himmelserscheinungen giebt es eine Anzahl, welche zu allen Zeiten und bei allen Völkern, auf welcher Kulturstufe dieselben auch gestanden haben, stets das allergröfste Aufsehen erregten und auch noch bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft den Beobachtern manches unerklärte Phänomen darbieten. Zu diesen Erscheinungen gehören namentlich die totalen Sonnenfinsternisse, ferner das plötzliche Aufleuchten heller Sterne, stärkere Sternschnuppenfälle und grofse Kometen. Dieses Aufsehen ist ein verschiedenartiges bei civilisirten und uncivilisirten Menschen, und während den ersteren durch bisher unerklärte Erscheinungen Anlafs gegeben wird zu Untersuchungen über die Ursachen, welche sie hervorbringen, wird bei den Völkern einer geringeren Kulturstufe darin das Walten höherer Mächte, Zeichen und Wunder gesehen, die irgend welche böse oder gute Vorbedeutung für die Geschicke der Menschen haben. So wird über das Faktum des Eintretens von Sonnen- und Mondfinsternissen sich jetzt kein halbwegs gebildeter Mensch mehr aufregen, wir können uns aber nicht darüber wundern, dafs in alten Zeiten, so lange die Ursachen der Finsternisse nicht bekannt waren, und noch jetzt bei wilden Völkerschaften, durch Sonnen- und Mondfinsternisse Furcht und Schrecken entsteht. Es liegt eben in der menschlichen Natur, sich bei auffallenden, unerklärlichen Naturereignissen zu ängstigen, darin Vorbedeutungen, meist bevorstehender schlimmer Ereignisse zu suchen, und da ja zu allen Zeiten dieses oder jenes Ueble vorfällt, das unangenehme



Kometen-Landschaft. Originalzeichnung von Wilhelm Kranz.

Ereignifs mit der scheinbar schlimmen Vorbedeutung in Verbindung zu setzen. Und da bei den Himmelserscheinungen zu allen Zeiten viele unerklärbare Vorgänge stattfanden, so hat sich ja auch zu allen Zeiten der Aberglaube ihrer bemächtigt, und seit Jahrtausenden bis in die neueste Zeit hinein hat es Leute gegeben, die aus Erscheinungen am Himmel auf gleichzeitige oder zukünftige Ereignisse auf der Erde geschlossen haben. Zu solchen Schlüssen taugen nun offenbar nur diejenigen Himmelserscheinungen, deren Ursachen nicht bekannt sind, oder vielmehr die, welche man selbst nicht vorhersagen kann. Die Bewegung der Sonne und des Mondes, deren Regelmäfsigkeit schon in frühen Zeiten erkannt wurde und deren Gesetze schon seit Hipparch im zweiten Jahrhundert vor Christus so genau erkannt waren, dafs der Ort jedes der beiden Gestirne auf lange Zeit im voraus für jeden Tag angegeben werden konnte, haben weit weniger zu astrologischen Zwecken gedient als zum Beispiel die scheinbar verschlungenen und keinen einfachen Gesetzen folgenden Bewegungen der Planeten. Und es war auch in der That keine andere Erscheinung am Himmel so geeignet zu astrologischen Studien wie diese Bewegungen. Das Aufleuchten eines neuen Fixsterns, das Erscheinen grofser Kometen waren zwar weit auffallendere Phänomene, als der ruhige Gang der Planeten, aber dafür war der eine oder andere dieser letzteren allnächtlich zu sehen, und vor der Entdeckung der Kopernikanischen und Keplerschen Gesetze waren ihre Bewegungen scheinbar so willkürlich, so wenig bestimmten Gesetzen unterworfen, dafs der Gedanke wohl entschuldbar ist, sie seien im Zusammenhang mit den ebenfalls dem Zufalle und keinen erkennbaren Gesetzen unterworfenen Schicksalen der Menschen. Denn selbst derjenige unter den Astronomen des Alterthums, welcher sich am meisten Mühe gab, Gesetze für die Planetenbewegungen zu finden, Ptolemäus, kam bei seiner Aufstellung der Theorie der epicyklischen Bewegung der Planeten auf so zusammengesetzte Räderwerke, welche ihren Lauf allein erklären konnten, dafs ihm sein System schliefslich selbst unwahrscheinlich erschien. Und so wenig war er überzeugt davon, dafs in ursprünglich einfachen Gesetzen die Triebfedern der komplizirten Bewegungen zu suchen seien, dafs auch er auf den Irrweg der Astrologie gerieth. Diese trügerische Wissenschaft konnte erst nach den Zeiten eines Kopernikus, Kepler und Newton fallen; erst dann hatte die Astrologie jede Berechtigung verloren, als es nicht mehr nöthig war nach dem Himmel zu sehen, um den Stand der Planeten zu wissen, sondern man sich ihren Stand für jede Zeit nach bekannten einfachen Gesetzen berechnen konnte.

Es bleiben indessen immer noch manche Phänomene am Himmel, welche nicht vorhergesagt werden können und ganz unerwartet eintreten. Zu diesen gehört vor allem das Erscheinen grofser Kometen, die schon deswegen jederzeit das Aufsehen der Menschen erregt haben, weil sie sich durch ihre Gestalt so auffällig von allen anderen Himmelskörpern unterscheiden.

Die schwachen, sogenannten teleskopischen Kometen, welche nur mit Hilfe lichtstarker Fernrohre erkannt werden können, zeichnen sich allerdings nur wenig vor einer gewissen Art von anderen Gestirnen, den Nebelflecken aus, und sind von ihnen meist nur dadurch zu unterscheiden, dafs sie ihren Ort am Himmel verändern, während die Nebelflecke so wie die Fixsterne feststehen. Ein solcher Komet erscheint meistens als matt leuchtende elliptische Scheibe, in der Mitte wenig heller als am Rande. Kommt der Komet nun in seiner Bahn der Sonne und der Erde näher, so verändert sich sein Aussehen. Eine Partie, meist nicht in der Mitte, sondern mehr nach einem Ende zu gelegen, verdichtet sich und bildet den sogenannten Kern des Kometen, bei noch gröfserer Annäherung erscheint an der dem Kern gegenüberliegenden Seite eine schweifartige Verlängerung, welche allmählich, je mehr der Komet sich der Sonne und der Erde nähert, gröfser und gröfser wird, und unter Umständen ganz aufserordentliche Dimensionen annehmen kann, wovon wir in den letzten Jahrzehnten mehrfache Beispiele gesehen haben.

Die Länge des Schweifes ist mitunter ungemein bedeutend, sie betrug z. B. bei dem Kometen vom Jahre 1861 über 100 Grad. Aber nicht immer sind die Kometen von so langer Schweifausdehnung zugleich die hellsten; so war z. B. der Donatische Komet vom Jahre 1858 nicht so grofs wie der ihm nach 3 Jahren folgende, aber beträchtlich heller. Ueberhaupt sind die Erscheinungen der Kometen sehr verschieden. Mehrfach sind Kometen erschienen, die so hell waren, dafs sie den ganzen Tag über, selbst in unmittelbarer Nähe der Sonne, gesehen werden konnten; der letzte von dieser ungewöhnlichen Helligkeit war einer vom Jahre 1882. So wie die Helligkeit, ist auch die Gestalt sehr verschieden, sie sind bald nach der einen, bald nach beiden Seiten gebogen, bald ganz gerade, bald flammenartig gewellt. So finden wir denn auch in alten Schriften vielfache Vergleichungen ihrer Formen mit bekannten Gegenständen. Sie werden verglichen mit Besen, Ruthen, Fackeln, Balken, Schwertern und dergl. m. Und somit werden sie denn zu Verkündigern grofser Ereignisse schon durch ihre Form. Sie verkünden Seuchen, welche,

wie ein Besen den Kehricht, so die Menschen von der Erde wegfegen, ihre Gestalt als Ruthe bezeichnet ein bevorstehendes Strafgericht für die Sünden der Menschen, ein Schwert ist Vorzeichen eines drohenden Krieges. Es folgt nun aus dem Gesagten, dafs die Kometen nicht immer gerade Unglück prophezeihen konnten, denn bei beginnenden Kriegen mufsten sie für ein Volk die Niederlage, und dadurch nothwendig für das andere den Sieg bedeuten, und wir finden denn auch häufig, dafs die Völker einen Kometen sich zum Vortheil, den Feinden zum Nachtheil deuten. Einen glückbringenden Kometen erwähnt auch, allerdings in eigenthümlicher Weise, Seneca, der von ihm sagt: Wir sahen alle während der segensreichen Herrschaft des Nero den Kometen, der den schlechten Ruf dieser Gestirne zu Schanden machte.

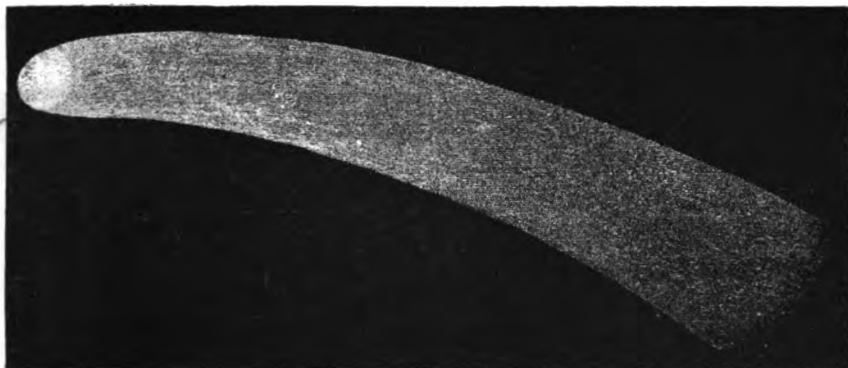


Fig. 1. Der Halleysche Komet am 27. Oktober 1835 (nach Struve).

Ich sehe nun ab von denjenigen Einflüssen der Kometen auf die Menschheit, welche nur der Aberglaube finden konnte, und wende mich zu anderen, die mit etwas mehr Berechtigung in ihnen gefunden wurden. So lange man noch annahm, dafs die Kometen in der irdischen Atmosphäre ihren Ursprung nahmen, konnte wohl mit Recht geschlossen werden, dafs durch das Ausscheiden so kolossaler Körper die Luft verändert und dadurch der Gesundheitszustand der Menschen und Thiere, sowie auch das Gedeihen der Pflanzen beeinflufst werden könnte. Die Erweiterung der Kenntnisse über die Kometen zeigte freilich, dafs sie nicht unserer Atmosphäre angehörten, sondern im Himmelsraume umherirrten und zwar wahrscheinlich, da doch nur der kleinste Theil in den Bereich unserer Sehkraft gelangen kann, in aufserordentlich grofser Zahl. Hierdurch entstanden aber neue Gefahren. Die Planeten bewegen sich alle in Bahnen, die nicht wesent-

lich vom Kreise verschieden sind, und ihre Entfernungen von der Sonne sind derartig, dafs keiner von ihnen jemals mit der Erde in Kollision kommen kann. Anders ist es mit den Kometen, deren Entfernungen von der Sonne in den verschiedenen Theilen ihrer Bahn sehr verschieden sind. Der Komet vom Jahre 1680 näherte sich der Oberfläche der Sonne bis auf 32000 geographische Meilen, eine Entfernung, welche nur etwa sechs Zehntel der mittleren Entfernung des Mondes von der Erde beträgt. Dabei entfernen sich die meisten Kometen wieder bis auf unmefsbare Distanzen von der Sonne. Manche durchschneiden die Bahn der Erde, und es ist demnach durchaus nicht unwahrscheinlich, dafs ein Zusammenstofs der Erde mit einem Kometen stattfinden kann. Noch leichter als mit dem Kopfe wird die Erde mit dem Schweife eines Kometen zusammentreffen; dies wird namentlich begünstigt durch die riesige Gröfse mancher Kometen. Der Schweif des Kometen vom Jahre 1680 war 25 Millionen geographische Meilen lang, der des zweiten Kometen von 1811 hatte eine Länge von 30 Millionen Meilen und der des Kometen von 1843 eine Länge von 40 Millionen Meilen, eine Länge, welche doppelt so grofs ist, wie die Entfernung der Erde von der Sonne. Eine gelegentliche Kollision der Erde mit einem Theile eines Kometen ist demnach sehr wohl denkbar.

Die Gefahr, welche der Erde bei einer grofsen Annäherung eines Kometen drohen kann, hängt nun offenbar von der physischen Beschaffenheit des Kometen ab. Diese Gefahr kann von verschiedener Art sein. Denn erstens könnte die Masse des Kometen so grofs sein, dafs seine Anziehung gegen die Erde diese aus ihrer Bahn lenken könnte, ja beim Zusammentreffen unglücklicher Umstände könnte die Wirkung selbst darin bestehen, dafs die Erde direkt in die Sonne stürzte. Eine solche Gefahr ist nun zum Glück nicht vorhanden wegen der ungemein geringen Masse der Kometen. Einer von den Kometen, welche der Erde bisher am nächsten gekommen sind, war der Lexellsche vom Jahre 1770; sein kürzester Abstand von der Erde war 300000 geographische Meilen, ungefähr die sechsmalige Entfernung des Mondes von der Erde, und die Einwirkung der Erde auf den Kometen war so stark, dafs seine Umlaufszeit sich dadurch um zwei Tage veränderte. Aber durch die Anziehung des Kometen gegen die Erde mufs sich auch die Umlaufszeit der Erde, und somit die Länge des Jahres ändern. Es läfst sich berechnen, dafs, wenn die Masse des Kometen gleich der Masse der Erde gewesen wäre sich die Länge des Jahres um 2 Stunden 53 Minuten verändert haben

müfste. Sie hat sich aber gewifs nicht um zwei Sekunden geändert, und es folgt daraus, dafs die Masse des Kometen nicht den fünftausendsten Theil der Erdmasse erreicht hat. Derselbe Komet hatte ursprünglich eine ziemlich beträchtliche Umlaufszeit von $48^1/_2$ Jahren. Im Jahre 1767 näherte er sich in seiner Bahn so sehr dem Jupiter, dafs er mitten durch das System der Monde dieses Planeten hindurchging, ohne darin eine merkbare Störung zu verursachen. Dagegen wurde die Bahn des Kometen stark verändert; er bekam eine Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren. Im Jahre 1779 begegnete er dem Jupiter zum zweiten Male; er ging wieder durch dessen Satellitensystem hindurch, ohne darin Störungen zu verursachen, aber seine Bahn wurde wieder gewaltsam geändert, so dafs seine Umlaufszeit wieder auf 16 Jahre gestiegen, und seine kürzeste Entfernung von der Sonne $3^1/_2$ Mal so grofs geworden ist, wie die Entfernung der Erde von der Sonne; wir haben demnach einstweilen keine Aussicht, ihn jemals wieder zu sehen.

Wenn aber auch die Masse der Kometen so gering ist, dafs eine Ablenkung der Erde aus ihrer Bahn nicht zu befürchten steht, so könnte doch ein Zusammenstofs eines Kometen mit der Erde von unangenehmen Folgen sein, und zwar einmal dann, wenn der Komet aus festen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, durch die gewaltsame Wirkung des Stofses auf die Erde, zweitens aber könnte der Komet aus gasartigen Stoffen giftiger Natur bestehen, durch deren Vermischung mit der Atmosphäre der Gesundheit Gefahr drohen könnte. So lange wir also nichts über die physische Beschaffenheit der Kometen wissen, können wir einen Zusammenstofs mit ihnen nicht als unbedenklich ansehen.

Ich werde hierauf nachher wieder zurückkommen, und wende mich zunächst zu der Betrachtung der Bahnen der Kometen. Nach dem Gesetze der Trägheit bewegt sich ein Körper, auf den keine Kräfte wirken, von dem wir also auch voraussetzen, dafs er sich aufserhalb der Anziehungskraft anderer Körper befindet, geradlinig und mit gleichförmiger Geschwindigkeit durch den Weltraum. An und für sich ist dabei jede Geschwindigkeit von gleicher Wahrscheinlichkeit, sie kann also auch gleich Null sein, d. h. der Körper kann im Raume stillstehen, aber die Wahrscheinlichkeit eines solchen speziellen Falles der Geschwindigkeit ist offenbar sehr klein, ebenso klein wie die Wahrscheinlichkeit irgend eines anderen speziellen Falles, z. B. einer Bewegung mit genau derselben Geschwindigkeit wie die Sonne sie hat. Wenn nun aber irgend eine Kraft auf den Körper wirkt, so hört die Gleichmäfsigkeit seiner Bewegung auf. Ist diese Kraft die

Anziehungskraft und geht sie nur von einem einzigen Punkt, z. B. von dem Mittelpunkt der Sonne aus, so mufs der Körper um diesen Punkt sich in einem Kegelschnitt bewegen, und die Länge der grofsen Achse dieses Kegelschnitts steht in unmittelbarem Zusammenhange mit der tangentialen Geschwindigkeit, welche der Körper in irgend einem beliebigen Punkte seiner Bahn hat. Wenn wir uns nun vorstellen, dafs im Weltraum eine grofse Anzahl von Körpern beliebig vertheilt ist, welche ursprünglich sich geradlinig in allen möglichen Richtungen fortbewegt, so werden sich von diesen Körpern im Verlaufe der Zeit manche infolge ihrer eigenen und der Bewegung, welche die Sonne im Weltraum hat, dieser nähern und von ihr angezogen werden. Wir können nun berechnen, wie grofs die Wahrscheinlichkeit ist, dafs sich ein solcher Körper in einer Hyperbel, in einer Parabel oder in einem anderen Kegelschnitt um die Sonne bewegen wird. Als Resultat ergiebt sich, dafs unter der gemachten Voraussetzung kein einziger Körper in einer geschlossenen Kurve, d. h. in einem Kreise oder einer Ellipse, die Sonne umkreisen kann, dafs sich wenige in der Parabel, bei weitem die meisten dagegen in einer Hyperbel um die Sonne bewegen müssen.

Wenn die gemachte Voraussetzung die richtige ist, so mufs die Statistik der Bewegungen der Himmelskörper dasselbe Resultat ergeben. Wir finden dagegen, dafs sämtliche Planeten ihre Bewegungen um die Sonne in Ellipsen ausführen, welche wenig vom Kreise abweichen; wir finden ferner, dafs die grofse Mehrzahl der Kometen Bahnen beschreibt, welche, so weit wir sie bestimmen können, von der Parabel garnicht abweichen, dafs die Bewegung einer verhältnifsmäfsig geringen Zahl in langgestreckten Ellipsen geschieht, und dafs eine noch viel geringere Anzahl sich in der Hyperbel bewegt. Es geht daraus hervor, dafs unsere Voraussetzung für diese beiden Klassen von Weltkörpern nicht zutrifft, und dafs bezüglich ihrer noch andere Verhältnisse obwalten, welche bestimmend auf die Form ihrer Bahnen eingewirkt haben. Die einfachste und plausibelste Annahme besteht nun darin, dafs sowohl die Planeten als auch die Kometen von Anfang an Glieder des Sonnensystems gewesen sind. In welcher Weise nach der Kant-Laplaceschen Hypothese angenommen wird, dafs die Planeten sich von der Sonne abgetrennt haben, ist allgemein bekannt. Diese Hypothese findet eine bedeutende Stütze in dem Umstande, dafs sämtliche Planeten und ihre Satelliten sich in Bahnen bewegen, welche gegen die Ebene des Sonnenäquators nur sehr wenig geneigt sind, sowie in der vollkommenen Uebereinstimmung der Richtung ihrer Bewegungen. Es geht hieraus mit gröfster Wahrscheinlichkeit hervor, dafs die Sonne

zur Zeit der Abtrennung der Planeten schon eine Rotation um ihre Achse im gleichen Sinne wie jetzt gehabt hat. Die Geschwindigkeit ihrer Umdrehung ist aber dabei sicher nicht konstant geblieben, sondern höchstwahrscheinlich im Laufe der Zeit gewachsen, und so können wir uns denn auch eine Zeit vorstellen, in welcher die Drehung noch eine sehr geringe und unmerkliche gewesen ist, während hiervon unabhängige Bewegungen der einzelnen Theile des Sonnenkörpers in weit gröfserem Mafsstabe als jetzt stattgefunden haben mögen.

Wenn wir nun eine Vergleichung der Bahnen der bisher bekannten Kometen anstellen, so finden wir durchaus keine Uebereinstimmungen in den Bahnebenen und Richtungen der Bewegungen, wie solche bei den Planeten vorhanden sind, und wir können daraus schliefsen, dafs, wenn die Kometen ebenfalls zu allen Zeiten Glieder des Sonnensystems gewesen sind, ihre Ablösung von dem eigentlichen Sonnenkörper zu einer Zeit stattgefunden haben mufs, als eine merkliche Achsendrehung desselben, wenigstens auf seiner äufseren Oberfläche, noch nicht stattfand. Dafs aber die Kometen wirklich Mitglieder des Sonnensystems sind, geht aus ihrer fast durchweg parabolischen Bewegung hervor. Wenn sich nämlich ein Körper in der Parabel um die Sonne bewegt, so hat er seine gröfste Geschwindigkeit an demjenigen Punkte seiner Bahn, an welchem er der Sonne am nächsten ist. Wenn er diesen Punkt passirt hat, so nimmt seine Geschwindigkeit fortwährend ab und nähert sich mehr und mehr der Null als Grenze. Nach einer überaus langen Zeit wird demnach seine Bewegung einen unmerklich kleinen Betrag erreichen. Umgekehrt hat aber die Bewegungsgeschwindigkeit des Körpers, ehe er die Sonnennähe erreicht, fortwährend zugenommen und war vor einer überaus langen Zeit gleichfalls der Null sehr nahe. Hier spreche ich aber nicht von der absoluten Bewegung des Körpers im Raume, sondern von seiner relativen Bewegung zur Sonne, und es folgt daraus, dafs der eben erwähnte Grenzfall nicht einen Stillstand im Raume, sondern eine Bewegung bedeutet, welche parallel der Sonnenbewegung vor sich geht, und eine ihr gleiche Geschwindigkeit hat. Die grofse Mehrzahl der von uns beobachteten Kometen hat sich demnach in früheren Zeiten äufserst nahe geradlinig und parallel der Sonnenbewegung fortbewegt. Eine solche Gleichmäfsigkeit der Bewegung deutet aber mit der gröfsten Wahrscheinlichkeit auf einen früheren Zusammenhang der Kometen mit der Sonne. Wenn nun eine relativ geringe Anzahl von Kometen sich in Ellipsen und Hyperbeln bewegt, so beweist dies keineswegs, dafs ihre ursprüngliche Be-

wegung eine andere war als die der meisten anderen Kometen, sondern es ist sehr wohl möglich, dafs sie bei ihrem Eintreten in den Bereich des Planetensystems von dem einen oder anderen dieser Weltkörper aus ihrer ursprünglichen Bahn abgelenkt wurden.

Ich verlasse jetzt zunächst die Kometen und wende mich zu einer scheinbar ganz verschiedenen Art von Himmelserscheinungen, nämlich zu den Sternschnuppen.

In jeder sternenhellen Nacht sieht man durchschnittlich in der Stunde vier bis fünf dieser eigenthümlichen sternartigen Körper am Himmel entlang fliegen, bald in sehr geringem Glanze und sofort spurlos erlöschend, bald von beträchtlicher Helligkeit, mitunter in einer minutenlang, in seltenen Fällen stundenlang leuchtenden Linie eine langsam verschwindende Spur ihres Weges zurücklassend. In manchen Nächten, namentlich alljährlich gegen den 10. August und 13. November, steigert sich die Zahl der stündlich fallenden Sternschnuppen erheblich, und es sind an diesen Tagen stündlich im Durchschnitt 13 bis 15 zu erwarten. Bisweilen kann die Zahl der Sternschnuppen aufserordentlich steigen; so fielen in der Nacht vom 12. auf den 13. November 1833 während neun Stunden über 240 000, was für die Stunde im Durchschnitt gegen 27 000 ergiebt. In der Nacht vom 13. auf den 14. November 1866 fielen in einer Stunde über 11 000, am 27. November 1872 in einer Stunde gegen 18 000 Sternschnuppen, also in jeder Sekunde durchschnittlich fünf, am 27. November 1885 gegen 8000 in der Stunde, und zwar bezeichnen diese Zahlen nicht die der teleskopischen, sondern die der mit freiem Auge sichtbaren Sternschnuppen.

Solche Phänomene mufsten natürlich zu allen Zeiten grofses Aufsehen erregen, und seit dem Jahre 644 v. Chr., der Zeit des zweiten messenischen Krieges, aus welcher in den chinesischen Annalen berichtet wird, dafs in einer Nacht ein Regen von Sternen fiel, haben wir manche Nachrichten ähnlicher Erscheinungen. Zum Theil sind die Beschreibungen sehr kurz, aber charakteristisch. So steht in einem altindischen Gedicht, „dafs man vom Firmament die Himmelsfackeln fallen sah, wie von Rauch umhüllte Flammen, und die Sterne zu Tausenden vom Himmel herabfielen.“ Ferner lesen wir, dafs am 25. April 1095 „unzählbare Augen in Frankreich die Sterne so dicht wie Hagel vom Himmel fallen sahen,“ und dieses Ereignifs wurde als Vorbedeutung der Kreuzzüge gedeutet. Die Sternschnuppenschwärme werden öfters verglichen mit Schneeflocken, Raketen und dergleichen.

In der Nacht vom 11. auf den 12. November 1799 gegen $3^1/_2$ Uhr Morgens beobachteten Humboldt und Bonpland in Cumana in Südamerika vier Stunden lang viele Tausende von Sternschnuppen. Bonpland, der die Erscheinung zuerst bemerkte, versicherte, dafs gleich zu Anfang kein Stück am Himmel so grofs als drei Monddurchmesser gewesen wäre, das nicht jeden Augenblick von Sternschnuppen gewimmelt hätte. Die Einwohner von Cumana, welche schon vor vier Uhr aus den Häusern gingen, um die Frühmesse zu hören, geriethen durch die Erscheinung in Angst; die ältesten von ihnen erinnerten sich, dafs dem grofsen Erdbeben des Jahres 1766, also 33 Jahre vorher, ein ganz ähnliches Phänomen vorausgegangen war.

Derselbe Sternschnuppenfall wurde beobachtet in dem französischen Guyana, „wo man den Himmel gegen Norden wie in Flammen stehen sah. Anderthalb Stunden lang schossen unzählige Sternschnuppen durch den Himmel und verbreiteten ein so starkes Licht, dafs man die Meteore mit den sprühenden Funkengarben bei einem Feuerwerk vergleichen konnte.“ Der Astronom der Vereinigten Staaten, Ellicot, der sich auf einem Schiffe im Kanal von Bahama befand, sah, wie er schreibt, am ganzen Himmel so viele Meteore als Sterne; sie fuhren nach allen Richtungen dahin; manche schienen senkrecht niederzufallen und man glaubte jeden Augenblick, sie würden aufs Schiff herabkommen. In Labrador zu Nain und Hoffenthal, in Grönland zu Lichtenau und Neu-Herrnhut geriethen die Eskimos in Schreck über die ungeheure Menge von Meteoren, die in der Dämmerung nach allen Himmelsgegenden niederfielen.

Vom Jahre 1799 an fiel längere Zeit hindurch kein besonders grofser Sternschnuppenschwarm; dagegen wurde jetzt bemerkt, dafs alljährlich am 12. und 13. November eine mehr als gewöhnlich grofse Zahl sichtbar wurde, und man wurde dadurch zuerst auf die Periodizität der Erscheinung aufmerksam. Im Jahre 1831, also 32 Jahre nach Humboldts Beobachtung in Cumana, am 13. November früh morgens wurde wiederum ein gröfserer Schwarm beobachtet, der in der Minute durchschnittlich mindestens 2 Sternschnuppen brachte. Im folgenden Jahre, in der Nacht vom 12. auf den 13. November 1832 wurde wieder ein starker Meteorfall beobachtet, und im Jahre 1833 fiel, wieder in der Nacht vom 12. auf den 13. November, der schon vorhin erwähnte kolossale Schwarm, welcher in einer Nacht über 240 000 Sternschnuppen brachte. In diesem Jahre wurde man auf eine besondere Erscheinung aufmerksam.

Die vielen Meteore nämlich, welche scheinbar in allen möglichen

Richtungen den Himmel durchkreuzten, zeigten in einer Beziehung einen merkwürdigen Zusammenhang. Wenn man sich nämlich die Bahnen, die bis auf ganz vereinzelte Ausnahmen geradlinig erschienen, verlängert dachte, so trafen sie alle in einem Punkte des Himmels, der nahezu auf den Stern Gamma des grofsen Löwen fiel, zusammen, und dieser sogenannte Radiationspunkt der Sternschnuppen blieb die ganze Nacht immer an demselben Orte in der Nähe des genannten Sterns, er nahm also an der scheinbar täglichen Bewegung der Fixsterne theil, oder mit anderen Worten, er nahm nicht theil an der Drehung der Erde um ihre Achse. Hieraus wurde es nun aber gleich klar, dafs die Sternschnuppen nicht in der Atmosphäre entstehen, denn sonst hätten sie an der Drehung der Erde theilnehmen müssen, sondern dafs sie kosmischer Natur seien und von aufsen aus dem Weltraum in unsere Atmosphäre kamen. Wenn man annahm, dafs alle zu dem Schwarm gehörigen Sternschnuppen parallel unter einander, aus einer Richtung gegen die Erde flögen, die durch den Stern Gamma des Löwen bezeichnet wird, so mufste sich den Beobachtern gerade die beobachtete Erscheinung darbieten, nämlich eine scheinbare Divergenz der Bahnen nach allen möglichen Richtungen, aber ein Zusammentreffen der in Gedanken über den Anfangspunkt hinaus verlängerten Bahnen mit dem mehrfach erwähnten Fixsterne.

Ich fasse jetzt zusammen, was aus den Sternschnuppenbeobachtungen bis zum Jahre 1833 gefolgert werden konnte.

Da die Sternschnuppen, wie jetzt mit Sicherheit erkannt war, von aufserhalb in die Atmosphäre eindrangen, also im Weltraum unabhängig von der Erde sich bewegende Körper waren, so mufste man nothwendig schliefsen, da sie im Bereich der Anziehungskraft der Sonne sich befänden, dafs sie, ebenso wie die Planeten und Kometen, sich in einem Kegelschnitt um die Sonne bewegen müfsten. Da nun ferner die Erde an bestimmten Jahrestagen oder, wenn wir einstweilen nur den Novemberschwarm berücksichtigen, immer am 12. bis 14. November mit einer besonders grofsen Zahl von Sternschnuppen zusammentrifft, die alle denselben Radiationspunkt haben, so mufs daraus geschlossen werden, dafs der Kegelschnitt, in dem die Sternschnuppen sich durch den Himmelsraum bewegen, die Erdbahn in der Gegend durchschneidet, wo sich die Erde am 12. bis 14. November befindet.

Aus den bisher genannten Daten konnte man also darauf schliefsen, dafs sich die Sternschnuppen in einem Kegelschnitt bewegen; in welchem Kegelschnitt aber, diese Frage war noch nicht definitiv zu beantworten. Indessen liefs sich hierüber doch schon eine Vermuthung

aufstellen. Ich erwähnte schon, dafs im Jahre 1766, dann wieder 1799 und endlich 1832 und 1833 besonders starke Sternschnuppenfälle beobachtet wurden, und es schien dies darauf hinzudeuten, dafs die bedeutenderen Fälle eine Periode von 33—34 Jahren hätten. Unter dieser Annahme wagte es zuerst Olbers, das Erscheinen eines stärkeren Schwarms für den November 1867 vorher zu verkündigen, und dieser kam auch wirklich in ganz besonderer Stärke, jedoch schon ein Jahr früher, in der Nacht vom 13. auf den 14. November 1866. Nun konnte an der 33—34jährigen Periode nicht mehr gezweifelt werden, und hieraus wurde eine wichtige Folgerung gezogen.

Wenn nämlich die Erde in gewissen, sich immer gleichbleibenden Zeitintervallen beim Durchpassiren durch die Sternschnuppenbahn immer wieder auf einen besonders grofsen Sternschnuppenschwarm stöfst, so ist es sehr wahrscheinlich, dafs es immer derselbe Schwarm ist, mit dem sie zusammentrifft. Ist dies aber der Fall, so kann die Bahn der Sternschnuppen weder eine Hyperbel noch eine Parabel sein, weil dann der Schwarm nie wieder auf denselben Punkt seiner Bahn zurückkehren könnte, sondern die Bahn mufs eine in sich geschlossene Curve sein. Sind aber die Hyperbel und Parabel ausgeschlossen, so bleiben von Kegelschnitten nur noch die Ellipse und der Kreis übrig, und da aus verschiedenen Gründen an einen Kreis nicht gedacht werden kann, so bleibt nur noch die Annahme, dafs sich die Sternschnuppen der Novemberperiode in einer Ellipse um die Sonne bewegen, und zwar findet man für die Umlaufszeit jeder Sternschnuppe, wenn man alle bekannt gewordenen stärkeren Fälle berücksichtigt, 33¼ Jahre.

Die Sternschnuppen der Novemberperiode bewegen sich also in einem elliptischen Ringe um die Sonne. An jedem Punkte dieses Ringes befindet sich eine gröfsere Anzahl von Sternschnuppen, an einzelnen Punkten befinden sich dagegen stärkere Anhäufungen, und mit einer derselben trifft die Erde ungefähr alle 33 Jahre zusammen. Man ist nun im stande, aus der Lage des Radiationspunktes und der Umlaufszeit die Gröfse, Form und Lage der Ellipse genauer zu ermitteln, und so hat sich denn gefunden, dafs die Bahn der Novembersternschnuppen in ihrer gröfsten Nähe gegen 20 Millionen geographische Meilen, in ihrer gröfsten Entfernung dagegen um 394 Millionen Meilen von der Sonne absteht, d. h. in ihrer gröfsten Nähe ist sie von der Sonne etwa so weit entfernt wie die Erde, in ihrer gröfsten Entfernung so weit wie der Uranus.

Ich erwähnte nun schon, dafs aufser am 12./14. November noch

an anderen Tagen im Jahre mehr Sternschnuppen als durchschnittlich zu sehen sind. Bei manchem dieser Fälle ist es nun auch möglich, einen bestimmten Radiationspunkt festzustellen, und dadurch die Bahn der Sternschnuppen zu bestimmen, an manchen Tagen, wie z. B. am 10. August, trifft dagegen die Erde mit mehreren Sternschnuppenschwärmen zugleich zusammen, was dadurch erkannt werden kann, dafs die Sternschnuppen mehrere Radiationspunkte haben. Es lassen sich nun bei weitem nicht alle Bahnen von Sternschnuppenschwärmen durch eine Ellipse darstellen, sondern ganz wie bei den Kometen ist die Bahn in der Regel von der Parabel gar nicht zu unterscheiden. Hier haben wir nun eine auffällige Aehnlichkeit zwischen Kometen und Sternschnuppenschwärmen; beide bewegen sich in einzelnen Fällen in verhältnifsmäfsig kleinen Ellipsen um die Sonne, in den meisten Fällen dagegen ist ihre Bahn so lang gestreckt, dafs sie nicht merklich von einer Parabel abweicht.

Beide Arten von Weltkörpern haben aber noch einen innigeren Zusammenhang, wie im Jahre 1866 von Schiaparelli nachgewiesen wurde, welcher zeigte, dafs einer der Meteorschwärme des 10. August dieselbe Bahn im Raume verfolgte, wie der dritte Komet des Jahres 1862. Es traf sich ferner zufällig, dafs am Ende des Jahres 1865 ein Komet entdeckt wurde, von welchem die Beobachtungen ziemlich bald zeigten, dafs er sich nicht in einer Parabel bewege. Es wurden daher von verschiedenen Seiten elliptische Bahnen gerechnet, und da fand es sich denn, dafs der Komet eine Umlaufszeit von etwas über 33 Jahren habe. Als nun im November 1866 der grofse Sternschnuppenschwarm fiel, wurden von diesem auch elliptische Bahnen gerechnet, welche, wie ich vorhin schon sagte, ebenfalls eine Umlaufszeit von etwas über 33 Jahren ergaben. Einem und dem andern fiel diese gleiche Umlaufszeit auf; der Gedanke lag nahe, auch die übrigen Bahnelemente beider Erscheinungen zu vergleichen, und da fand sich denn als Resultat, dafs sämtliche Bahnelemente des Kometen und des Sternschnuppenschwarmes des November ebenfalls fast genau gleich waren, woraus folgte, dafs der Komet sich in dem elliptischen Sternschnuppenringe, mit derselben Geschwindigkeit wie die Sternschnuppen selbst, um die Sonne bewegt. Diese beiden überraschenden Erscheinungen mufsten dazu anregen, ähnliche Verwandtschaften aufzusuchen, und in der That hat sich denn auch fast bei jedem periodischen Sternschnuppenfalle der Zusammenhang mit einem Kometen nachweisen lassen.

Die Auffindung dieser Verwandtschaften zwischen Kometen und Sternschnuppen mufste nun zu der Frage führen: hat sich der Stern-

schnuppenschwarm aus dem Kometen gebildet, oder ist der Komet nur ein Theil des Sternschnuppenringes, vielleicht nur eine starke Anhäufung von Sternschnuppen, ähnlich wie der Schwarm vom 13. November? Hierüber waren die Ansichten ursprünglich getheilt, indessen kann jetzt nach den eingehenden Untersuchungen Schiaparellis nicht daran gezweifelt werden, dafs die erstere Ansicht die richtige ist, dafs sich nämlich der Sternschnuppenschwarm aus dem Kometen entwickelt hat.

Es fragt sich nun, ob schon Erscheinungen an den Kometen beobachtet sind, welche auf ein solches Zurücklassen von Körpern in ihrer Bahn schliefsen lassen? Ich erwähnte schon früher, dafs sich die Kometen in ihrem Aussehen stark verändern, wenn sie sich der



Fig. 2. **Kopf des Donatischen Kometen am 26. Sept. 1858.**

Erde und der Sonne nähern. Jetzt mufs ich zwischen diesen beiden Fällen unterscheiden. Wenn sich nämlich ein Komet der Erde nähert, so mufs er, wie jeder Gegenstand, der sich uns nähert, sich scheinbar vergröfsern, ohne dafs darum eine wirkliche Vergröfserung eintritt. Aber auch das Aussehen kann sich ändern. Schwächere Partien, die in gröfserer Entfernung nicht gesehen werden konnten, werden in gröfserer Nähe deutlich; der Kern, der gewöhnlich nur klein ist, kann in grofser Ferne einen so kleinen Winkel ergeben, dafs er nicht mehr wahrgenommen werden kann, — kurz, alle Erscheinungen, die ich vorhin über Schweifbildung und dergleichen beschrieb, können eintreten, wenn sich der Komet der Erde und nicht der Sonne nähert, — es ist dabei nur nicht zu vergessen, dafs die Erscheinungen dann nur scheinbar sind.

Anders ist die Sache, wenn sich ein Komet der Sonne nähert, ohne sich dabei der Erde zu nähern. Auch in diesem Falle tritt eine Vergröfserung des Kometen ein, und diese ist für uns besonders wichtig, denn sie kann nicht blofs scheinbar, sondern sie mufs reell sein. Auch das Aussehen des Kometen ändert sich, namentlich wird er bei grofser Annäherung an die Sonne bedeutend heller und sein Schweif wird gröfser. Es treten also bei seiner Annäherung an die Sonne physische Veränderungen im Kometen ein, welche wir beobachten können. Offenbar sind nun die günstigsten Bedingungen für die Beobachtungen dann erfüllt, wenn der Komet sowohl von der Sonne, als von der Erde nicht zu weit absteht.

Es ist nun im Verlaufe des vorigen und des jetzigen Jahrhunderts eine grofse Anzahl heller Kometen beobachtet worden, und sie haben in ihrer Erscheinung, wenn auch im einzelnen mannig-

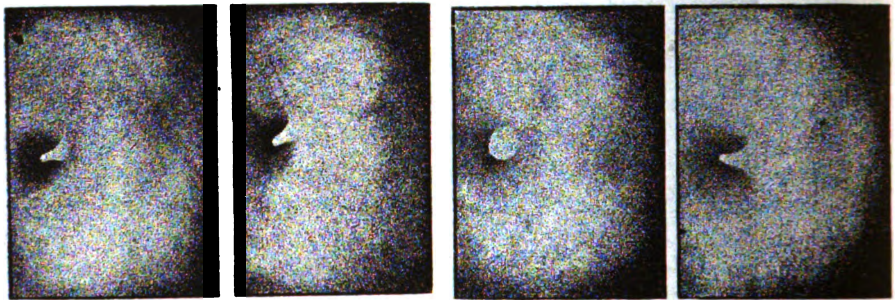


Fig. 3. **Gegen die Sonne gerichtete** Ausströmung des Halleyschen Kometen **vom 5. bis 8.** Oktober 1835.

fache Verschiedenheiten, so doch im allgemeinen alle eine grofse Aehnlichkeit. Von dem eigentlichen Kerne der Kometen, der übrigens niemals scharf begrenzt, sondern am Rande sehr verwaschen ist, scheint nämlich eine Lichtmaterie meist fächerförmig gegen die Sonne hin auszuströmen, die, wenn sie sich eine Strecke von dem Kometen entfernt hat, sich seitlich wendet, und dann, wie es scheint, von der Sonne abgestofsen wird, an dem Kometenkern vorbeizieht, und sich im Schweife des Kometen verliert. Je mehr sich der Komet der Sonne nähert, um so stärker tritt diese Erscheinung auf. Die Ausströmung geht nicht immer genau in der Richtung auf die Sonne vor sich, sie neigt sich bald mehr nach der einen, bald mehr nach der andern Seite, sie nimmt oft pendelartige Schwingungen an, und ihre Bewegungen gehen mitunter sehr rasch vor sich; so sah Bessel am Halleyschen Kometen im Jahre 1835 in wenigen Stunden die Richtung der Ausströmung sich um 36 Grad neigen.

Es ist schon seit langer Zeit anerkannt, dafs diese eigenthümlichen Vorgänge im Kometen sich nicht allein durch die Newtonschen Gravitationsgesetze erklären lassen, sondern dafs hier noch andere Kräfte im Spiele sein müssen. Namentlich wird wohl hierbei die Elektrizität eine Rolle spielen.

Wodurch die elektrischen Vorgänge im Kometen aber hervorgerufen werden, darüber wissen wir noch nichts Gewisses; wahrscheinlich werden sie aber bewirkt durch die Sonnenwärme, welche vielleicht auf der der Sonne zugerichteten Seite des Kometenkerns



Fig. 4. Der Donatische Komet am 5. Oktober 1858.

eine Art von Siedeprozefs hervorruft. Unzweifelhaft geht aber aus dem übereinstimmenden Aussehen der gröfseren Kometen hervor, dafs die Sonne auf gewisse Theile der Kometen eine abstofsende Wirkung übt. Wenn nun durch irgend eine Ursache Körpertheile vom Kern des Kometen weggeschleudert werden, so müssen diese, wenn die Sonne abstofsend auf sie wirkt, eine hyperbolische Bahn beschreiben, in deren einem, und zwar dem nach der konvexen Seite der Bahn liegenden Brennpunkte die Sonne steht. Je stärker nun die repulsive Kraft der Sonne ist, um so näher werden die Bahnen der verschiedenen Körper bei einander liegen, und um so schmäler mufs der Schweif erscheinen.

Nun hat Bredichin in Moskau nachgewiesen, dafs es im wesentlichen drei Typen von Kometenschweifen giebt: 1. ganz lange, sehr schmale, 2. breitere, meist federförmige, und 3. sehr breite, kurze Schweife. Bisweilen kommen auch bei einem und demselben Kometen mehrere Schweife von verschiedenem Typus vor.



Fig. 5. Der Komet Sawerthal im April 1888.

Aus der Form der Schweife kann man nun auf die Gröfse der Repulsionskraft einen Schlufs ziehen, welche die Sonne auf die in den Kometen befindlichen Stoffe ausübt, und nimmt man nach Zöllners Untersuchungen an, dafs diese Repulsionskräfte in umgekehrtem Verhältnisse zu den Atomgewichten der in den Schweifen enthaltenen Substanzen stehen, so findet man, dafs die drei verschiedenen Typen der Kometenschweife entstehen können, wenn die Substanzen, aus welchen sie gebildet werden, resp. Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Eisen sind. In der That läfst sich das Vorhandensein von Kohlenwasserstoff auf spektroskopischem Wege fast an allen Kometen nachweisen.

Die elektrische Wirkung der Sonne wird also, wie es scheint, zur Folge haben, dafs im Verlaufe der Zeit die Masse eines Kometen verringert und aufgelöst wird.

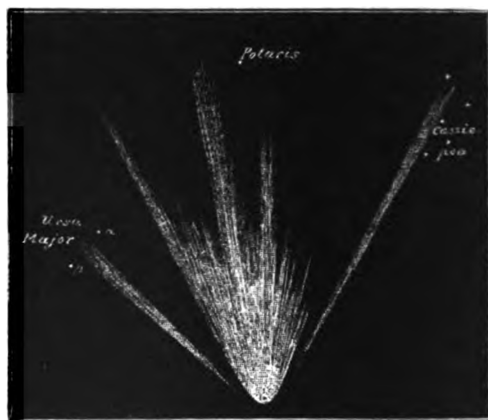


Fig. 6. Der grofse Komet von 1861 am 30. Juni.

Aber eine Auflösung desselben mufs auch durch die Gravitation selbst hervorgerufen werden, wenn der Komet aus vielen Körpern von sehr geringer Masse besteht. Durch die Anziehung des Mondes und der Sonne gegen die Erde entsteht bekanntlich die Ebbe und Fluth. Die Anziehung wirkt nämlich stärker gegen die dem anziehenden Körper zunächst

liegende Partie der Erdoberfläche als gegen den Mittelpunkt der Erde, und gegen diesen stärker als gegen die noch weiter entfernten Theile der Erde. Dadurch entsteht eine Erhebung der Meere gegen den Mond und die Sonne hin, und dieselbe würde sehr regelmäfsig der Bewegung des Mondes und der Sonne folgen, wenn die ganze Erde von Wasser bedeckt wäre, und sie würde sehr erheblich sein, wenn die Anziehungskraft der Erde selbst nicht sehr bedeutend wäre. Durch diese wird die Erhebung sehr beschränkt, weil eben die Erde mit grofser Kraft das Wasser in einer Richtung, welche senkrecht auf ihrer Oberfläche steht, anzieht.

Eine ähnliche Erscheinung, wie die Fluth auf der Erde, wird nun die Anziehungskraft der Sonne auf dem Kometen hervorrufen. Auch in dem Kometen findet eine gegenseitige Anziehung der einzelnen Theile statt, wie bei der Erde; aber wegen der äufserst geringen Masse des Kometen nur in relativ geringem Grade, und wenn der Komet der Sonne sehr nahe kommt, so kann die Anziehungskraft dieser letzteren die ihr näher gelegenen Theile des Kometen so weit von den entfernteren abziehen, dafs diese auflösende Wirkung die gegenseitige Anziehungskraft der einzelnen Theile des Kometen übersteigt. Es werden dadurch Theile des Kometen von der Gesamtheit abgesondert und verfolgen von der Zeit an ihre eigene Bahn um die Sonne, die allerdings der Bahn des Kometen sehr ähnlich sein mufs. Bei gröfserer Entfernung des Kometen von der Sonne wird ihre auflösende Kraft geringer, und kann wohl ganz unmerklich werden, aber bei Kometen von elliptischer Bahn werden sich jedesmal bei ihrer Rückkehr zur Sonne Theile ablösen, und diese müssen schliefslich die ganze Bahn erfüllen und einen elliptischen Ring um die Sonne bilden.

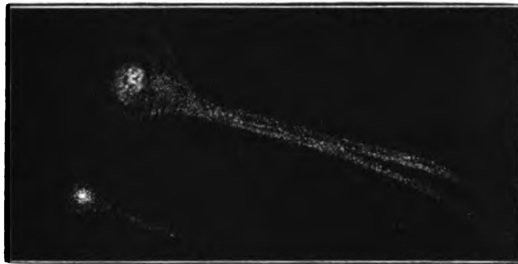


Fig. 7. **Der Bielasche Doppelkomet am 19. Februar 1846.**

Dieser Vorgang bringt mich auf einen, der vielleicht hiermit, vielleicht aber auch mit der vorhin erwähnten elektrischen Wirkung der Sonne in Zusammenhang steht, es ist dies die mehrfach beobachtete Zweitheilung von Kometen. Diese war besonders auffallend bei dem Bielaschen Kometen im Jahre 1846. Dieser Komet hat eine sehr kurze Umlaufszeit, nämlich von nur $6^3/_4$ Jahren. Er war schon früher häufig beobachtet und zeigte nichts besonders Auffälliges, er erschien

nämlich als blasse Scheibe ohne Spur eines Schweifes mit einem feinen Kerne. Im Januar 1846 theilte er sich aber in zwei Kometen, die zuerst sehr nahe bei einander waren, dann sich etwas mehr von einander entfernten. Sie blieben auch anfänglich offenbar in einer gewissen Verbindung mit einander, da bald der eine, bald der andere heller war, und es auch einigen Beobachtern erschien, als wenn beide Kometen durch eine gemeinsame Lichtmaterie verbunden seien. Man war nun gespannt auf die nächste Wiederkehr des Kometen im Jahre 1852, und in der That erschienen auch wieder beide Kometen, die sich aber unterdessen ziemlich weit von einander entfernt hatten.

Diese Theilung des Bielaschen Kometen steht nicht allein da. Schon Seneca spricht von der Zweitheilung eines Kometen. Am 26. Februar 1860 entdeckte ferner Liais in Olinda in Brasilien einen Kometen, der auch aus zwei getrennten Nebeln bestand. Die Kometen von 1618 und 1652 haben, wie von den Astronomen Wendelin und Hevel berichtet wird, ebenfalls mehrere Kerne gehabt, und in

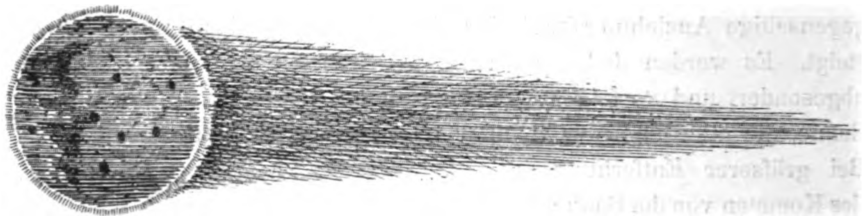


Fig. 8. **Der Komet von 1652 (nach Hevel.)**

neuerer Zeit sind bei mehreren Kometen ähnliche Erscheinungen beobachtet worden. Ganz besonders merkwürdig in dieser Beziehung war aber der zweite Komet des Jahres 1882. Eine Theilung des Kerns dieses Kometen in zwei Theile wurde zuerst am 5. Oktober auf der Sternwarte in Kiel bemerkt. Am 13. Oktober zeigten sich drei Kerne, einige Tage später vier und im Januar 1883 fünf Kerne. Ferner entdeckte schon am 9. Oktober Julius Schmidt, der Direktor der Athener Sternwarte, dafs sich, wenige Grade vom Kometen entfernt, ein nebelförmiges Gebilde befand, welches sich parallel dem Kometenkerne bewegte, aber schon nach wenigen Tagen verschwand. Am 14. Oktober fand Barnard in Nashville sechs bis acht gesonderte Nebelmassen in der Nähe des Kometen, die aber ebenfalls rasch verschwanden, und einige Tage später erblickte Brooks in Phelps wiederum einen kurze Zeit sichtbaren Nebel an einer anderen Stelle. Es haben sich also unzweifelhaft Theile des Kometen abgetrennt und binnen kurzer Zeit gänzlich aufgelöst.

Dreierlei Vorgänge, die Theilung der Kometen, die Wirkung der polaren Kräfte, welche die Schweifbildung verursachen, und endlich die auflösende Kraft, welche durch die Attraktion der Sonne bewirkt wird, müssen nun, wie es scheint, nothwendig zur Folge haben, dafs die Kometen allmählich immer kleiner und schwächer werden. Nicht bei jedem Kometen, und hier kann nur von denen mit kurzer Umlaufszeit die Rede sein, ist nun eine solche Abnahme mit Sicherheit konstatirt. Bei einigen allerdings. So war z. B. der Halleysche Komet bei seiner Erdnähe im Jahre 1456, wie die Chronisten schreiben, von einer erschrecklichen Gröfse, sein Schweif hatte eine scheinbare Länge von 60 Grad. Bei seinen beiden folgenden Erscheinungen, 1531 und 1607, war er ebenfalls noch sehr grofs, dann aber, 1682, 1759 und 1835 hat die Gröfse stufenweise abgenommen. Vermuthet ist eine ähnliche Abnahme auch bei dem Enckeschen Kometen von $3^1/_3$-jähriger Umlaufszeit; indessen war dieser bei neueren Erscheinungen zum Theil wieder recht hell. Solche Zunahme der Helligkeit tritt bisweilen sehr plötzlich ein, so z. B. wurde ein im Frühling 1888 sichtbar gewesener Komet, während er sich von der Erde und der Sonne entfernte, plötzlich bedeutend heller. Diese Helligkeitszunahme wurde zuerst auf der Königsberger Sternwarte von Dr. Franz bemerkt. Dagegen sind theilweise Kometen von kurzer Umlaufszeit später nicht wieder aufgefunden, also, wie es scheint, gänzlich aufgelöst, und hier ist besonders wieder der Bielasche Komet zu nennen.

Dieser Komet wurde nämlich nach seiner Erscheinung im Jahre 1852 nicht wieder aufgefunden, trotz des sorgfältigsten Suchens mit den lichtstärksten Fernröhren, und es ist somit wohl anzunehmen, dafs er sich nach seiner Zweitheilung noch weiter aufgelöst hat.

Das Jahr 1872 brachte hierfür eine Bestätigung. Der Bielasche Komet hatte nämlich, sobald seine Bahn festgestellt war, vielfach Besorgnisse wegen eines möglichen Zusammenstofses mit der Erde erregt, weil seine Bahn in einem Punkte fast genau mit der Erdbahn zusammenfällt. Diesen Punkt sollte der Komet nach der Rechnung in den ersten Tagen des September 1872 passiren; denselben Punkt passirte die Erde am 27. November. Hatte sich nun der Komet ganz aufgelöst, so mufste sich in der Nähe seines früheren Standes eine starke Anhäufung von Sternschnuppen befinden, und es war wahrscheinlich, dafs in den letzten Tagen des November die Erde bei ihrem Fluge durch die Kometenbahn einen Theil der Kometenmasse auffing. Dies Ereignifs trat in der That ein. Am Abend des 27. November, noch während der Dämmerung, fiel manchen Beobachtern eine gröfsere An-

zahl von Sternschnuppen auf; die Zahl wuchs rasch, bis auf stündlich 18 000, beträchtlich mehr als am 13. November 1866; auch hatte jeder dieser beiden Fälle seine individuelle Eigenthümlichkeit; die Meteore des Kometen von 1866 waren im allgemeinen gröfser und heller, als die des Bielaschen Kometen, im Jahre 1799 überstieg ihre scheinbare Gröfse zum Theil weit die scheinbare Gröfse des Mondes; die Meteore des Biela erreichten nur ausnahmsweise die scheinbare Gröfse und Helligkeit des Jupiter. Auch die Farbe war verschieden; die Meteore des 13. November waren vorwiegend grünlich, die des Biela orangefarbig. Erstere hinterliefsen meist schmale, helle Schweife, letztere breite, beinahe rauchartige.

Aus diesen äufseren Erscheinungen wird es schon wahrscheinlich, dafs die Meteore beider Kometen und somit wohl auch die Kometen selbst in physikalischer und chemischer Beziehung nicht von ganz gleichartiger Beschaffenheit sind. Genaueres darüber zu erfahren ist schwierig. Denn noch niemals, selbst nicht bei den gröfsten Sternschnuppenfällen ist mit Sicherheit konstatirt, dafs eine Sternschnuppe die Oberfläche der Erde erreicht hat und hierin unterscheiden sie sich von den Feuerkugeln und Meteorsteinen, welche schon durch ihre ausgeprägte hyperbolische Bewegung zeigen, dafs sie wesentlich anderer Natur sind und ursprünglich keinen Zusammenhang mit dem Sonnensystem haben. Die ungeheure Geschwindigkeit, mit der die Sternschnuppen durch ihre Bahn fliegen und welche im Durchschnitt zu fünf deutschen Meilen in der Sekunde ermittelt ist, bewirkt bei der Berührung der Meteore mit der Erdatmosphäre eine so grofse Erhitzung, dafs sie in Brand kommen und sich, wie es scheint, ohne merkbaren Niederschlag zu hinterlassen, verflüchtigen und es deutet dies darauf hin, dafs ihre Masse wesentlich anders ist als die der Feuerkugeln. Wohl giebt es ein Mittel in der Spektralanalyse, durch welches auf weite Entfernungen ein Urtheil über die chemische Beschaffenheit der Himmelskörper erlangt werden kann, aber dieser Weg hat bei den Sternschnuppen bisher nicht zu grofsen Aufschlüssen geführt. Die Hauptschwierigkeit liegt hier in der kurzen Zeit der Sichtbarkeit und der schnellen Bewegung, welche jede genaue Messung vereitelt.

Lange Zeit war es der Wunsch der Astronomen, den Vorübergang eines Kometen vor der Sonnenscheibe beobachten zu können, um auf diesem Wege vielleicht näheres über die Beschaffenheit des Kometenkerns zu erfahren. Durch den mehrfach erwähnten zweiten Kometen des Jahres 1882 wurde dieser Wunsch unerwartet erfüllt. Bei seiner Annäherung an die Sonne erhielt dieser Komet eine solche

Lichtintensität, dafs er am hellen Tage gesehen und bis zu seinem Eintritt in den Sonnenrand deutlich beobachtet werden konnte. Sowie aber der Kern in die Sonnenscheibe eintrat, verschwand er völlig und wurde erst wieder sichtbar, nachdem er die Sonnenscheibe passirt hatte. Dieses auffallende Ergebnifs läfst darauf schliefsen, dafs der Kometenkern aus Theilen von aufserordentlich geringen Dimensionen besteht.[1])

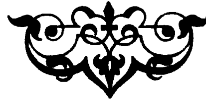
Auf die Bewegung sehr kleiner Körper müfste aber eine im Weltraum etwa vorhandene fein zertheilte Materie einen relativ grofsen Widerstand ausüben. Bekanntlich glaubte Encke bei der Bewegung des nach ihm benannten Kometen die Wirkung eines widerstehenden Mittels zu finden, indessen sind die neueren Untersuchungen dieser Annahme im allgemeinen nicht günstig gewesen. Denn einmal hat der Enckesche Komet selbst durchaus nicht bei jedem seiner Umläufe eine solche Wirkung erkennen lassen, dann aber ist auch bei keinem anderen Kometen eine ähnliche Störung in der Bahnbewegung nachgewiesen. Dies ist um so merkwürdiger, als manche Kometen sich der Sonnenoberfläche überaus genähert haben und in Regionen gekommen sind, in denen bei totalen Sonnenfinsternissen die sogenannte Sonnencorona sichtbar ist, die den Eindruck einer ausgebreiteten Sonnenatmosphäre macht. Von diesen Regionen bleibt der Enckesche Komet immer weit entfernt und wir müssen daher annehmen, dafs die Anomalien in seiner Bewegung, deren Vorhandensein nicht bezweifelt werden kann, durch andere Ursachen als durch ein widerstehendes Mittel hervorgebracht werden.

Ich komme hiermit zum Schlufs. Vor 1800 Jahren schrieb Seneca in einer naturwissenschaftlichen Abhandlung: „Wie können wir uns darüber wundern, dafs wir von den Kometen, die so selten erscheinen, so wenig wissen? Wir erblicken weder den Anfang noch das Ende ihrer Bahnen, in denen sie aus unermefslichen Entfernungen zu uns herniedersteigen. Noch sind es nicht 1500 Jahre, seit Griechenland die Sterne zählte und ihnen Namen gab. Noch giebt es viele Völker, welche die Ursachen der Mondfinsternisse nicht kennen. Es wird einst die Zeit kommen, wo durch jahrhundertlange Arbeit das

[1]) Auch im Jahre 1826 wurde zu einer Zeit, als nach der Rechnung ein Komet die Sonnenscheibe passiren sollte, nichts Auffälliges gefunden. Da aber dieser Komet am Tage nicht sichtbar, und das Wetter überall sehr ungünstig war, so wurde damals das negative Resultat auf die Unsicherheit der Berechnung geschoben, hat aber ein erhöhtes Interesse gewonnen, da es mit der neueren Erfahrung vollkommen in Uebereinstimmung ist.

an den Tag gebracht wird, was uns jetzt verborgen ist. Es wird die Zeit kommen, wo unsere Nachkommen sich wundern werden, dafs so offenbare Dinge uns unbekannt geblieben sind.“

Wir müssen gestehen, dafs diese Zeit noch nicht gekommen ist. Wohl sind wir in der Kenntnifs der Kometen seit Senecas Zeiten bedeutend vorgeschritten, aber sie kann bei weitem noch nicht als abgeschlossen angesehen werden. Es ist nicht daran zu zweifeln, dafs diese Himmelskörper noch lange Zeit zu interessanten Untersuchungen und durch sie noch lange Zeit zur Auffindung interessanter Resultate führen werden.





Beimengung von Säuren in Regenwasser und Schnee.

Die Annahme, dafs das in der freien Atmosphäre gebildete Wasser, welches in Form von Regen oder Schnee zur Erdoberfläche gelangt, von fremden Stoffen nahezu ebenso frei sei wie destillirtes Wasser, entfernt sich oft beträchtlich von der Wirklichkeit. Schon seit langer Zeit war man auf die Anwesenheit von Salpetersäure im Regenwasser aufmerksam geworden; die namentlich in England ausgeführten Versuchsreihen ergeben Mengen, welche nach verschiedenen Bestimmungen 0,33 kg bis 0,83 kg Salpetersäure pro Jahr betragen, welches Quantum man sich auf einen Hektar Landes vertheilt zu denken hat.

Da die Bildung der Salpetersäure hauptsächlich eine Folge elektrischer Entladungen in der Atmosphäre ist, so war zu erwarten, dafs die tropischen Regen besonders gewitterreicher Orte sehr viel reicher an Salpetersäure sein dürften, als die Regen der gemäfsigten Zone. Dies bestätigt sich durch chemische Untersuchungen von Muntz und Marcano[1]), welche das Regenwasser in Caracas in Venezuela untersuchten. Die Station liegt 922 m hoch und hat häufige Gewitter. In den Jahren 1883—85 wurden 121 Regenfälle untersucht. Da die jährliche Regenmenge ziemlich genau 1 m beträgt, so erzielt die durchschnittliche Menge von 2,23 mgr. pro Liter 5,78 kg im Jahre pro Hektar. Auf der Insel Réunion ergaben gleichartige Bestimmungen eine Menge von 6,93 kg.

Hiernach ist in Breiten der gemäfsigten Zone die Menge der vom Regen herabgeführten Salpetersäure zu gering, um von irgend welcher Bedeutung für die Vegetation zu sein. Anders in den Tropen, wo die Natur selbst eine Düngung des Bodens ausführt, welche künstlich nur durch die Anwendung von 50 kg. Natronsalpeter auf den Hektar zu ersetzen wäre, und wesentlich geeignet ist, zu der reichen Entfaltung tropischer Vegetation beizutragen.

---

[1]) Comptes rendues CVIII. 1062.

Als eine weitere, aber durchaus unerwünschte Beigabe von Säuren haben wir noch der Schwefelsäure Erwähnung zu thun. Diese findet sich im Regenwasser, jedoch nur in Städten und in der Nähe derselben; ihr Auftreten ist also eine Folge industrieller Thätigkeit, und unzweifelhaft auf die massenhafte Verbrennung von Steinkohle zurückzuführen. Unter den Verbrennungsprodukten der Steinkohle tritt auch schweflige Säure auf, welche von Thau oder Regenwasser absorbirt wird, und durch den Sauerstoff der Luft oxydirt, sich zu verdünnter Schwefelsäure umwandelt. Im Durchschnitt ergiebt sich für eine Anzahl deutscher Städte 0,02 gr. Schwefelsäure pro Liter Regenwasser. Allein durch die Anwesenheit dieser Säure im atmosphärischen Niederschlag erklärt sich die schnelle Verwitterung des Marmors und der freien Luft ausgesetzter Wandgemälde, sofern nicht ganz besondere Schutzmafsregeln zur Erhaltung derselben in Anwendung kommen. Viel weniger ist aber hieran das Regenwasser schuld; als gröfster Feind des Marmors in den Städten hat sich vielmehr der Schnee erwiesen, wie es die sorgfältigen Untersuchungen von R. Sendtner gezeigt haben. Derselbe hat nämlich eine viel gröfsere Fähigkeit während seines Fallens die schweflige Säure aus der Atmosphäre aufzunehmen, als das Regenwasser, da er aber liegen bleibt, so ist er auch dann noch fähig, weiterhin zu absorbiren, es vermag also die aufgenommene Säure längere Zeit auf die Unterlage der Schneedecke zu wirken. So zeigte frisch gefallener Schnee in München 7—8 mgr. pro Liter Schmelzwasser, nach Verlauf von 14 Tagen lieferte die gleiche Menge alten Schnees jedoch 61 mgr. Eine Meile von der Stadt entfernt enthielt gleich alter Schnee aber nur 7—8 mgr.

Der in den Städten lagernde Schnee nimmt daher bei weitem mehr schweflige Säure auf und oxydirt dieselbe zu Schwefelsäure, als der Schnee in einiger Entfernung von der Stadt, während auf das freie Land nur verschwindende Spuren von Schwefelsäure entfallen. Hieraus geht auch hervor, dafs nicht unser nordisches Klima, sondern die massenhafte Verwendung der Steinkohle an der Zerstörung unserer Marmordenkmäler die gröfste Schuld trägt, somit ist das wärmere Klima der Mittelmeerländer nur indirekt die Ursache der bewundernswerthen Erhaltung seiner Kunstdenkmäler. Natürlich werden blanke Metallflächen von schwefliger Säure und Schwefelsäure in ähnlicher Weise angegriffen, und auch die Gartenanlagen in den Städten leiden sicherlich durch diese unangenehme Zugabe der städtischen Atmosphäre. Mit Recht sucht man daher die Ursache des Absterbens zahl-

reicher Coniferen in München während des strengen schneereichen Winters 1879/80 nicht in dem Froste, der ja auch die Bäume auf dem freien Lande in gleicher Weise betraf, sondern in der andauernden schädlichen Einwirkung dieser Säuren, welcher die Bäume in der Stadt ausgesetzt waren. E. W.



Astronomie in Japan.

Wir haben bereits in einem früheren Hefte unserer Zeitschrift (Bd. I S. 432) der Errichtung einer neuen Sternwarte in Tokio an Stelle des Marineobservatoriums gedacht. Dieses Institut hat soeben seine ersten Veröffentlichungen versandt. Der erste Band der „Annales de l'observatoire astr. de Tokio" (1889 Tokio) enthält zahlreiche, von dem Assistenten Midzuhara am $6^4/_{10}$ Zöller der Sternwarte ausgeführte Beobachtungen des Barnardschen Septemberkometen vom 7. Nov. 1888 bis 4. Febr. 1889 und die Ableitung der Bahnelemente aus dieser Beobachtungsreihe. Damit sind nun also auch die Japaner in die Kette thätiger Beobachter und Rechner getreten. *



Nachtrag zu dem Aufsatz „Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft."

Der in den beiden letzten Heften dieser Zeitschrift erschienene vorerwähnte Aufsatz enthält versehentlich eine Berechnung der muthmafslichen Fluthhöhe, welche beträchtlich zu kleine Werthe ergiebt. Wenn auch der sonstige Inhalt der Abhandlung hierdurch nicht beeinflufst wird, so möge doch jene Herleitung durch die folgende correctere ersetzt werden.

Wäre die ganze Erde von Wasser bedeckt, so müfste dessen Oberfläche eine solche Gestalt annehmen, dafs in allen ihren Punkten die Schwere gleichen Werth hat; die Begrenzung des Wassers würde dann eine sogenannte Niveaufläche bilden. Dieselbe würde, falls keine Mondwirkung stattfände, von der Kugelgestalt nur soweit abweichen, als dies durch die aus der Erddrehung entstehende Centrifugalkraft bedingt wird. Unter dem im Zenith culminirenden Mond ist die Schwere um ein Zehnmillionstel verringert; um den gleichen Bruchtheil wächst also daselbst der Abstand der Niveaufläche vom Erdcentrum. Dies ergäbe, da der Erdradius etwa $6^1/_3$ Millionen Meter beträgt, eine vom

Monde bewirkte Erhöhung der Meeresfläche um 0,6 Meter. In der Atmosphäre würde diese Hebung der Niveaufläche eine Fluth bedeuten, welche dem Hinzukommen einer Luftschicht von 0,6 Meter Dicke gleichkäme und den Luftdruck um etwa 0,058 Millimeter Quecksilberdruck vermehren müfste.

Setzt man diese Zahlen an Stelle der auf S. 215 und 263 hergeleiteten, so mufs zugleich berücksichtigt werden, dafs sie nur für vollkommene und reibungslose Beweglichkeit des Wasser- und des Luftmeeres gelten können. Da aber diese Voraussetzung der Wirklichkeit keineswegs entspricht, so kann die Fluthhöhe auch nur sehr viel kleiner angenommen werden. Und wenn die Meeresfluth an den Küsten erfahrungsmäfsig so viel höher ist, mufs disee Wirkung der Unterbrechung des Meeres durch das Land zugeschrieben werden.

R. Börnstein.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat April-Mai.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
19.	April	Neumond	5h 26m Mg.	7h 14m Ab.
26.	„	Erdferne	9 24 „	1 44 Mg.
27.	„	Erstes Viertel	10 28 „	2 20 „
4.	Mai	Vollmond	7 3 Ab.	4 35 „
8.	„	Erdnähe	Mitternacht	6 38 „
11.	„	Letztes Viertel	1 49 Mg.	10 11 „

Maxima der Libration: 20. April, 2. Mai.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. April	1h 52m	+11° 36'	5h 16m Mg.	7h 28m Ab.	2h 24m	+13° 49'	5h 36m Mg.	8h 12m Ab.
18. „	2 24	+15 6	5 12 „	8 4 „	2 43	+15 30	5 28 „	8 26 „
22. „	2 54	+18 11	5 6 „	8 38 „	3 2	+17 5	5 22 „	8 40 „
26. „	3 23	+20 40	5 3 „	9 7 „	3 22	+18 33	5 17 „	8 53 „
30. „	3 48	+22 30	4 59 „	9 31 „	3 42	+19 54	5 12 „	9 6 „
4. Mai	4 10	+23 40	4 57 „	9 45 „	4 3	+21 5	5 8 „	9 18 „
8. „	4 27	+24 14	4 53 „	9 51 „	4 23	+22 8	5 5 „	9 31 „
12. „	4 38	+24 15	4 49 „	9 47 „	4 44	+23 1	5 4 „	9 42 „
	18. April Sonnennähe.							

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. April	16h 45m	−22° 1'	11h 17m Ab.	7h 17m Mg.	20h 46m	−18° 26'	2h 58m Mg.	11h 40m Vm.
20. „	16 47	−22 16	10 57 „	6 53 „	20 49	−18 15	2 35 „	11 21 „
26. „	16 47	−22 30	10 35 „	6 27 „	20 52	−18 5	2 14 „	11 0 „
2. Mai	16 45	−22 43	10 11 „	6 1 „	20 54	−17 57	1 52 „	10 40 „
8. „	16 41	−22 53	9 45 „	5 33 „	20 56	−17 50	1 29 „	10 19 „
14. „	16 35	−23 1	9 16 „	5 1 „	20 57	−17 46	1 7 „	9 58 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
10. April	10h 0m	+14° 1'	1h 26m Nm.	4h 10m Mg.	13h 33m	− 9° 4'	7h 3m Ab.	5h 38m Mg.
18. „	9 59	+14 4	0 54 „	3 38 „	13 32	− 8 56	6 30 „	5 6 „
26. „	9 59	+14 5	0 22 „	3 6 „	13 30	− 8 49	5 56 „	4 34 „
4. Mai	9 59	+14 4	11 50 Vm.	2 34 „	13 29	− 8 42	5 22 „	4 2 „
12. „	10 0	+14 0	11 19 „	2 4 „	13 28	− 8 35	4 49 „	3 29 „

Elongationen des Saturntrabanten Titan: 21. April östl., 29. April westl., 7. Mai östl., 15. Mai westl. Elong.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
11. April	4h 4m	+ 19° 9'	6h 53m Vm.	10h 37m Ab.
26. „	4 6	+ 19 15	5 55 „	9 41 „
11. Mai	4 8	+ 19 21	4 58 „	8 44 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

16. April	I. Trab.	Verfinst.	Eintritt	3h 55m	Morg.
1. Mai	II.	„	„	1 29	„
2. „	I.	„	„	2 11	„
8. „	II.	„	„	4 3	„
9. „	I.	„	„	4 5	„
15. „	III.	„	„	2 14	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
4. Mai	* κ Virginis	4.3m	2h 4m Mg.	2h 49m Mg.
6. „	* β Scorpii	2	3 44 „	4 51 „ (29m nach Sonnenaufgang)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1890 Rectas.	1890 Declin.
R Lyncis	24. April	9m	12m	6h 52m 14s	+ 55° 29'.2
S Ursae maj.	27. „	8	11	12 39 8	+ 61 41.8

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.	
U Virginis	21. April	8^m^	12^m^	12^h^	45^m^	31^s^	+ 6°	9.1
Z „	5. Mai	9	12	14	4	26	— 12	47.0
U Librae	4. „	9	12—13	15	35	39	— 20	49.6
V Ophiuchi	19. April	7	10	16	20	36	— 12	10.5
T Herculis	22. „	7.5	12	18	4	56	+ 31	0.2
R Capricorni	29. „	9	12	20	5	8	— 14	35.7
S Delphini	29. „	8.5	10—11	20	38	1	+ 16	41.5
T Pegasi	18. „	9	12	22	3	32	+ 12	0.0
R Aquarii	29. „	6—8	11	23	38	8	— 15	53.7

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 17., 22., 27. April, 2. Mai, 7. Nm., 12. Mitt.
Algol . . 19. April Ab., 25. Nm.
U Coronae . . 18. April Ab., 25. Ab., 2. Mai Nm., 9. Nm.
S Cancri . . 23. April Nm., 3. Mai Mg., 12. Nm.
δ Librae . . 18. April Nm., 23. Mg., 27. Mg., 2. Mai Nm., 7. Mg., 11. Mg.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 1. Mai.
W Virginis . 17. April, 4. Mai.

6. Meteoriten.

Von den beiden constanten Sternschnuppenschwärmen dieses Monats, den Lyriden (Maximum am 20. April, Radiationspunkt bei AR = 270°, D = + 32°) und den Mai-Aquariden (Maximum 6. Mai, Radiationspunkt bei AR = 337°, D = — 2°) werden die ersteren gut zu beobachten sein, dagegen ist bei den anderen der Vollmond störend.

7. Nachrichten über Kometen.

Die neben dem Kopfe des Brooksschen Juli-Kometen aufgetretenen Nebelmassen (Nebenkometen) waren im Oktober schon sehr lichtschwach, aber noch mefsbar. Im November war auch der Hauptkomet bereits schwach, könnte aber für grofse Fernröhre möglicher Weise gegenwärtig noch sichtbar sein. Der Komet steht westlich von den Plejaden.

Der Swiftsche Novemberkomet war um Neujahr schon sehr schwach und ist seitdem nicht mehr lange verfolgt worden.





Diesterwegs populäre Himmelskunde und mathematische Geographie. Neu bearbeitet von Dr. M. Wilhelm Meyer, unter Mitwirkung von Professor Dr. B. Schwalbe. Mit 4 Sternkarten, 2 Uebersichtskarten des Planeten Mars, einer farbig ausgeführten Darstellung einer Sonnenfinsternifs, einer Heliogravüre, einer farbigen Spektral-Tafel, 6 Vollbildern und 97 in den Text gedruckten Abbildungen. Berlin, Emil Goldschmidt. 1890. Preis broch. Mk. 6, Preis geb. Mk. 7,50. Elfte Ausgabe.[1])

Zu der hundertjährigen Gedenkfeier Adolf Diesterwegs, des unvergessenen Pädagogen, haben Dr. M. W. Meyer und Prof. Dr. B. Schwalbe durch die vorliegende Neubearbeitung des Diesterwegschen Werkes: „Populäre Himmelskunde und astronomische Geographie“ einen sehr werthvollen Beitrag geliefert. Die wirksame Methode des ursprünglichen Verfassers, durch Hinweisung auf naheliegende ethische und kulturhistorische Momente den Unterricht in der Astronomie zu einem wahrhaft erzieherischen zu gestalten, ist auch in der Neuausgabe zur vollen Geltung gekommen, so dafs trotz der durch die grofsartigen Fortschritte der Himmelswissenschaft nothwendig gewordenen gründlichen Ueberarbeitung der früheren Auflage der Charakter des Buches in der neuen Ausgabe derselbe geblieben ist. Lichtvolle Kürze des Ausdrucks verbindet sich mit völliger Bestimmtheit des Inhalts. Die strenge Ausschliefsung von Quellenangaben liegt in der populären Darstellungsweise begründet. Der beschreibende Theil des Buches ist durch zahlreiche Illustrationen, theils wissenschaftlichen, theils mehr malerischen Charakters besonders anziehend gestaltet.

Unsere Leser finden in der diesem Hefte als Titelbild beigegeben „Kometenlandschaft“ eine Illustrationsprobe aus dem Diesterwegschen Werke. Dieses Werk scheint berufen, nicht nur eine bis zum neuesten Stand der Wissenschaft gehende Kenntnifs der einzelnen Lehren der Astronomie zu verbreiten, sondern mehr noch eine ernste Neigung und Reiz zu weiterem Studium zu erzeugen. — In den ersten Abschnitten werden die scheinbaren Bewegungen von Sonne, Mond und Sternen über dem Horizont behandelt. Aufgaben und Fragen erleichtern das Verständnifs der Erörterungen. Durch Folgerungen aus der Kugelgestalt der Erde in Verbindung mit der Bewegung der Erde um ihre Achse und um die Sonne werden alle täglichen und jährlichen Erscheinungen am Himmel erklärt. Den Ursachen der Bewegung und des Gleichgewichts im Sonnensystem ist ein besonderes Kapitel gewidmet. Aus dem reichhaltigen Inhalt des elegant ausgestatteten Buches wollen wir noch besonders die Abschnitte hervor-

[1]) Da die elfte Ausgabe bereits vergriffen ist, so erscheint in diesem Monat die zwölfte und dreizehnte Auflage des Buches in unveränderter Form unter Berichtigung der Druckfehler.

heben „Ueber die physische Beschaffenheit der Sonne, der Planeten, des Mondes, der Kometen, Meteore etc.“, „Messung und Berechnung der Entfernungen auf der Erde und am Himmel“, „Von der Zeit und dem Kalender“, „Von den Fixsternen“, „Die Entwicklungsgeschichte des Weltgebäudes“. Ein Namen- und Sachregister erleichtern die Benutzung des Buches als Nachschlagewerk und die Beigabe von astronomischen Tafeln und 4 Sternkarten setzen den Leser in den Stand, selbständige Beobachtungen auszuführen. F. S. Archenhold.



J. C. Houzeau et A. Lancaster: Bibliographie générale de l'Astronomie. Bruxelles, F. Hayez. Tome premier. Première partie. Juin 1887. Tome premier. Seconde partie. Octobre 1889.

Der Werth dieses grofsen Werkes ist den Astronomen zu wohl bekannt, als dafs es hierüber hier noch einer besonderen Auseinandersetzung bedürfte. Die beiden neuerschienenen Bände rechtfertigen wiederum die Erwartungen, welche an das erste Auftreten des Werkes geknüpft worden sind: dafs es durch dieses Buch dem Astronomen möglich werden würde, für jedes spezielle Gebiet seiner Forschungen die einschlägige Litteratur schneller übersehen und sich dadurch rascher unter der Menge der geistigen Schätze orientiren zu können, welche der menschliche Fleifs seit Jahrtausenden in der Erforschung des Himmels aufgespeichert hat.

Während die früher erschienenen Theile des Werkes sich mit der Sammlung der in den verschiedenen Zeitschriften und Academieberichten enthaltenen astronomischen Abhandlungen befafsten, ist es Hauptzweck der beiden vorliegenden Bände, die selbständig erschienenen astronomischen Werke und Manuscripte zu ordnen. Eine scharfe Grenze scheint indessen in dieser Beziehung nicht aufrecht gehalten worden zu sein, denn es werden auch Schriften angeführt, die blofse Separatabdrücke aus regelmäfsig erscheinenden Publicationen sind. Einen beträchtlichen Theil des ersten Bandes (325 Seiten) nimmt ein geschichtlicher Abrifs des Entwicklungsganges der astronomischen Erkenntnifs ein. Bei diesem durch Form und Ausführung sehr interessanten Essay wäre vielleicht die Berücksichtigung der Ergebnisse neuerer Untersuchungen etwas mehr zu wünschen. Ich will nur einiges hervorheben, das mir auffällig erschienen ist. Bei Erwähnung der von den griechischen Klassikern uns hinterlassenen Beschreibungen von Sonnenfinsternissen wird zwar (S. 186) einer sehr bemerkenswerthen, auf eine totale Sonnenfinsternifs sich beziehenden Stelle in Plutarchs „de facie in orbe Lunae, cap. 19“ gedacht, aber es entgeht dem Autor, dafs er hier eine der wichtigsten Finsternisse des Alterthums, und zwar die vom 20. März 71 n. Chr. vor sich hat, wichtig deshalb, weil der Beobachtungsort der Totalität bei dieser Finsternifs mit weit höherer Sicherheit festgestellt werden kann, als es bei jenen Finsternissen der Fall ist, die der Autor (S. 153) nach Oppolzers „Syzygientafeln“ citirt. Auch die Bemerkung (S. 186), als ob eine von Philostratus (Leben des Appolonius von Tyana) genannte regenbogenartige Erscheinung auf die Beschreibung einer Corona-Erscheinung sich beziehen könnte, ist nicht haltbar: ich sowohl wie schon früher Zech haben nachgewiesen, dafs es sich hier um keine Sonnenfinsternifs handeln kann. — Der weitere Inhalt des Bandes bringt die historisch-astronomischen Werke, die Bibliographien, die Schriften über die astronomischen Ansichten der alten Völker, die Sammelwerke der Classiker, Neulateiner und mittelalterlichen Autoren, die über Erforschung der Astronomie der Hebräer, Syrer, Araber, Perser, Türken existirendenWerke und Manuscripte. Die Haupt-

werke der alten Schriftsteller sind sorgfältig behandelt: so werden für eine ganze Reihe derselben, wie die Historia naturalis, den Almagest und verschiedene andere auch die einzelnen Ausgaben aufgeführt. Mit den Schriften des Isidorus, Gregor von Tours, Beda u. a. werden zwar die Astronomen nicht viel anzufangen wissen; ich hätte, wenn schon jene gegeben werden, vielmehr auch für Paulus Diaconus, Idacius von Chiaves, für die Byzantiner Leo, Symocatta, Glycas, für einige Araber und Perser, wie Nasîri Chosrau, Tabarî, Masudî u. a. plädirt, welche gar manche astronomische Beobachtung enthalten, die selbst noch für unsere Zeit von Werth ist. — Den Schlufs des Bandes bildet das Heer der Bücher über Astrologie.

Der zweite Theil enthält als Introduction eine sehr warm geschriebene Biographie über Houzeau, den verdienstvollen Begründer des Werkes. Dann folgen die über Astronomen erschienenen biographischen Werke, Abrisse, Briefwechsel, ferner die Encyclopädien, Revuen, Gesellschaftsberichte und dergl. In den weiteren Sectionen bringt das Buch zunächst die selbständig erschienenen Werke über sphärische Astronomie (Nautik, Gnomonik, die Anleitungen zum Gebrauch der Globen, die Lehrbücher über sphärische Astronomie), ferner die Litteratur über theoretische Astronomie (Bewegung, Rotation und Beleuchtung der Planeten, Bahnbestimmung der Kometen, die astronomischen Tafeln in geschichtlicher Aufeinanderfolge), endlich die Werke über Chronologie und Kalenderwesen.

Bei dem riesigen Material, welches in den beiden Theilen des Werkes zu bewältigen war (6000 Titel im ersten, gegen 16 000 im zweiten Theile), ist es kein Wunder, dafs einige leichte Verstöfse vorgekommen sind. So habe ich z. B. unter dem Titel „Calcul des éléments des orbites" nicht das Werk Pontécoulants „Théorie analytique du syst. du monde" gefunden, welches zwei für die Bahnbestimmung der Kometen wichtige Methoden enthält; dafür stiefs ich auf Miller-Hauenfels „Gesetze der Kometen", eine Schrift, welche nur eine Hypothese über die Entstehung der Kometen aufstellt, mit Bahnbestimmung aber durchaus nichts zu thun hat. Mit einigem Befremden sah ich auch Littrows „Wunder des Himmels" mit desselben Autors „Lehrbuch der theoretischen und praktischen Astronomie" in einer gemeinsamen Abtheilung mit einander aufgeführt, obwohl das erste Buch ein populäres Werk ist, das zweite aber zum Verständnifs den bereits mathematisch völlig durchgebildeten Fachmann verlangt. Das soll indefs kein Tadel sein an einem Werke, welches für alle Zeiten in der Astronomie von bleibendem Werthe und Verdienste sein wird.

F. K. Ginzel.



Die Sonne unter der Herrschaft der Planeten Venus, Erde und Jupiter, von Wilh. Sellmeier. Halle a. S. 1890, Verl. von H. W. Schmidt.

Der durch seine treffliche Theorie der anomalen Dispersion des Lichtes rühmlichst bekannte Verfasser sucht in der vorliegenden Abhandlung die Ursache der Sonnenfleckenperiodicität in einer durch die Planeten Venus, Erde und Jupiter ausgeübten Fluthwirkung nachzuweisen, wie dies in ganz ähnlicher Weise auch schon früher mehrfach, besonders durch Wichard und Fritz[1]), erstrebt worden ist. Der Einflufs des Merkur, der an Gröfse den der Erde noch übertreffen würde, wird von Sellmeier nicht mit in Rechnung gezogen, weil seine Wirkung wegen der grofsen Excentricität zu variabel ist

[1]) Vergl. Wolf, Astron. Mitth. No. 50—60, S. 184 Fritz, die periodischen Erscheinungen S. 84.

und bei der schnellen Bewegung nur sehr kurze Zeit andauert. Für die mittlere Dauer der Periode des Planeteneinflusses findet dann der Verfasser 11,068 Jahre, was mit der Sonnenfleckenperiode (11,111 Jahre) allerdings sehr nahe übereinstimmt. Veranschaulicht man sich jedoch durch eine graphische Darstellung die wechselnden Constellationen der drei Planeten etwas genauer, so zeigt sich, dafs fast ebenso günstige Stellungen schon viel öfter als alle 11 Jahre, und in unregelmäfsigen Zwischenräumen (wegen der Incommensurabilität der Umlaufszeiten) wiederkehren. Ref. hat ferner, trotz der Ueberzeugung von einer inneren Unwahrscheinlichkeit des behaupteten Einflusses der Planeten auf die Sonne, zahlenmäfsig auf Grund der wirklichen Verhältnisse die Fluthfactoren der vier Planeten (Merkur nicht ausgeschlossen) für die Zeit von 1850—1862 berechnet, ohne jedoch irgend welchen Parallelismus ihres Betrages oder auch nur der Gröfse ihrer Schwankung mit den Sonnenfleckenrelativzahlen finden zu können. Es will demnach dem Ref. scheinen, als wenn die Vorstellung einer Beeinflussung der Sonnenthätigkeit durch die Planeten nicht geeignet ist, das Räthsel der Sonnenfleckenperiode zu lösen; vielmehr dürfte sich nunmehr die Ueberzeugung Bahn brechen, dafs die Ursache des Sonnenpulsschlages nicht aufserhalb, sondern im Innern jenes Feuerballs zu suchen ist. Wer übrigens die Sellmeiersche Theorie rein empirisch prüfen will, möge sich merken, dafs nach ihr das nächste Fleckenmaximum sich besonders durch Stärke auszeichnen und bereits 1892,5 eintreten müfste.

Dr. F. Körber.



Verzeichnifs der vom 1. August 1889 bis zum 1. Februar 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Anding, E., Photometrische Untersuchungen über die Verfinsterung der Jupiterstrabanten (Preisschrift) 1889.

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'an 1889, Paris, Gauthier-Villars et Fils.

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles par F. Folie 1890, 57 Année, Bruxelles, E. Hayez, 1890.

Annuaire pour l'an 1890, publié par le Bureau des Longitudes, Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890.

Annual Report of the Secretary to the board of regents of the University of California for the year ending June 30, 1889, Sacramento, J. D. Young.

Astronomischer Kalender für 1890, herausgegeben von der K. K. Sternwarte, Wien, C. Gerold's Sohn, 1890.

van Bebber, J., Lehrbuch der Meteorologie für Studirende und zum Gebrauche in der Praxis, Stuttgart, F. Encke, 1890.

Cassedy, W. S. Is the Copernican System of astronomy True? Pittsburg, Standard Publishing Co., 1888.

Chappuis, M. P., Etudes sur le thermomètre à gas et comparaison du thermomètre à mercure. (Archives des Sciences phy. et. nat. No. 9, 1888.)

Elster & Geitel, Ueber die Entladung negativ elektrischer Körper durch das Sonnen- und Tageslicht (Annalen der Physik und Chemie) Leipzig. J. A. Barth, 1889.

Elster & Geitel, Messungen des normalen Potentialgefälles der atmosphärischen Elektrizität in absolutem Mafse, Wien, Staatsdruckerei, 1889.

Epping, J., Astronomisches aus Babylon oder das Wissen der Chaldäer über den gestirnten Himmel, Freiburg i. Br., Herdersche Buchhandlung, 1889.

Ferrel, W., A popular treatise on the winds: Comprising the general motions of the Atmosphere, Monsoons, Cyclones, Tornadoes, Waterspouts, Hailstroms etc. etc. New York, J. Weley & Sons, 1889.

Franz, J., Die Constanten der physischen Libration des Mondes (Königsberger Beobachtg., Vol. 38) 1889.

Fritz, H., Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie, Leipzig, F. A. Brockhaus, 1889.

Funk, C., Ueber die Ursachen der starken Lichtreflection der Planeten und Versuch einer Deutung der Schiaparellischen Marsbeobachtungen, Helmstedt, J. C. Schmidt, 1888.

Funk, C., Nachtrag zum Aphoristischen Entwurf einer Kosmogonie, 1889.

Gretschel & Brunnemann, Jahrbuch der Erfindungen und Fortschritte auf den Gebieten der Physik und Chemie, der Technologie und Mechanik, der Astronomie und Meteorologie, Leipzig, Quandt & Händel, 1889.

Gruey, L. J., Exercises astronomiques à l'usage des élèves des facultés et des observatoires, Paris, A. Hermann, 1889.

Gruson, H., Physikalisch-Astronomisches. Neue gemeinverständliche Abhandlung über Zodiakallicht, Sonne und Kometen, Magdeburg, A. Rathke, 1890.

Habenicht, H., Das seismische Problem (Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik).

v. Haerdtl, E., Die Bahn des periodischen Kometen Winnecke in den Jahren 1858—1886, II. Theil, Wien, Staatsdruckerei, 1889.

Hallier, E., Kulturgeschichte des XIX. Jahrhunderts in ihren Beziehungen zu der Entwickelung der Naturwissenschaften, Stuttgart, F. Enke, 1889.

Hann, J., Beiträge zur arktischen Meteorologie (Meteorolg. Zeitschrift, September 1889.)

Hann, J., Die meteorologischen Ergebnisse der Lady Franklin Bay-Expedition 1881—1883 (Meteorolg. Zeitschrift, Januar 1890).

Hann, J., Zur Meteorologie des Sonnenblickgipfels (Deutscher u. Oesterreichischer Alpenverein Band XX, Wien 1889).

Henry, J., Report of the Smithsonian Institution for the years 1866—1876 Washington, Government Printing Office.

Hilfiker, J., L'influence de la pression de l'air sur la marche des chronomètres (Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neuchâtel, Tome XVII, 1889).

Hirsch, Th., Die Vorherbestimmung des Wetters, Breslau, Maruschke & Behrend, 1889.

Holden, On the helical Nebulae, (Publications of the Astronomical Society of the Pacific) San Francisco 1889.

Houzeau et Lancaster, Bibliographie générale de l'Astronomie, Tome I, première partie 1887.
Tome I, seconde partie 1889, Bruxelles, F. Hayez.

Jesse, O., Die leuchtenden Nachtwolken im Sommer 1889.

Klimpert, R., Lehrbuch der allgemeinen Physik (die Grundbegriffe und Grundsätze der Physik) nach System Kleyer, Stuttgart, J. Maier, 1889.

Klimpert, R., Lehrbuch der Dynamik fester Körper (Geodynamik) nach System Kleyer, Stuttgart, J. Maier, 1889.

Lamprecht, G., Wetter, Erdbeben und Erdenringe, Zittau, Pohl'sche Buchhandlung, 1890.

Lancaster, A., Le Climat de la Belgique en 1889, Brüssel, F. Hayez, 1890.

Lancaster, A., Notes biographiques sur J. C. Houzeau, Brüssel, F. Hayez, 1889.

Laska, W., Lehrbuch der sphärischen und theoretischen Astronomie und der mathematischen Geographie nach System Kleyer, Stuttgart, J. Maier, 1889.
Lick-Observatory, Reports of the observations of the total eclipse of the sun of January 1. 1889, Sacramento, J. D. Young 1889.
Marth, A., Ephemeris for physical Observations of the moon 1889, July 1 to 1890, January 1.
Marth, A., On the eclipse of Japetus by Saturn and its ring-system on November 1--2 1889.
Möbius, A. F., Die Hauptsätze der Astronomie, Stuttgart, G. J. Görschen, 1890
Pasquier, E., Apropos de l'unification des heures, Brüssel 1889.
Paulsen, M. A., Contribution à notre connaissance de l'aurore boréale, Kopenhagen, B. Luno, 1889.
Pernter, J. M., Die allgemeine Circulation der Atmosphäre (Vortrag), Wien 1889.
Pernter, J. M., Der Krakatau-Ausbruch und seine Folge-Erscheinungen (Meteorolog. Zeitschrift No. 9, 1889).
Pernter, J. M., Zur Theorie des Bischopschen Ringes (Meteorolog. Zeitschrift Nov. 1889).
Plassmann, J., Vademecum astronomi, Vollständige Sternkarte für das nördliche und mittlere Europa, Paderborn, Schönigh, 1889.
Preyer, W., Robert von Mayer, Ueber die Erhaltung der Energie, Berlin Gebr. Paetel, 1889.
Preyer, W., Ueber die Bewegung der Seesterne (Mittheilungen aus der zoologischen Station zu Neapel, XII. Band 1. Heft 1886).
Projektionskunst, Die, für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen, nebst einer Anleitung zum Malen auf Glas und Beschreibung optischer, magnetischer, chemischer und elektrischer Versuche, Düsseldorf, Ed. Liesegang, 1889.
Rahts, Joh., Die Polhöhe der Königsberger Sternwarte, Königsberg i. Preuss., Leopold, 1889.)
Ricco, A., Publicazioni del real Osservatorio di Palermo, 1884—1888, Vol. IV.
Sarasin et de la Rive, Oscillations électriques rapides de M. Hertz (Compte rendu des séances de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève 1889.
Schaeberle, M., On the photographic brightness of the fixed stars (Publications of the Astronomical Society of the Pacific).
Schmidt, J., Charte der Gebirge des Mondes (Erläuterungsband), Berlin, i. C. Dit. Reimer, 1878.
Schram, R., Adria-Zeit, Wien, Selbstverlag, 1889.
Schram, R., Reductionstafeln für den Oppolzerschen Finsternifs-Canon zum Uebergang auf die Ginzelschen empirischen Correktionen, Wien, Hof- und Staatsdruckerei, 1889.
Voigt, W., Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik, Leipzig, Veit & Co., 1889.
Wagner, E., Das Gewitter am 15. Mai 1889.
Wagner, E., Einflufs des Mondes auf die Gewitter (Meteorolog. Zeitschrift, Aug. 1889).





Herrn Dr. F. in W. Sie wundern sich mit Recht darüber, dafs nach dem Kalender die wirkliche Gleichheit von Tag und Nacht stets bereits einige Tage vor dem 21. März, resp. erst einige Tage nach dem 20. September eintritt, während man doch allgemein diese beiden Tage als die Aequinoctialtage bezeichnet. Die Erklärung hierfür kann natürlich nicht in der durch das Schaltjahr entstehenden Verschiebung gesucht werden, denn dadurch könnte ja die Tag- und Nachtgleiche nur um einen Tag verrückt werden. Vielmehr wird die Berücksichtigung des Unterschiedes zwischen dem geometrischen Verhältnifs und der scheinbaren Wirklichkeit die Sache aufhellen. Wenn die Sonne genau im Aequator steht, so ist geometrisch genommen Tag und Nacht genau gleich lang, aber die Refraktion hebt die Sonne noch einige Minuten über den Horizont, wenn sie in Wahrheit bereits untergegangen ist, und es wird so der Tag auf Kosten der Nacht verlängert. Die Kalender geben nun die Zeiten für Aufgang und Untergang der Sonne bereits mit Berücksichtigung der Refraktion an und es mufs darum eine scheinbare Gleichheit von Tag und Nacht bereits vor dem 21. März und erst nach dem 20. September eintreten. In der Wissenschaft bezeichnet man aber den Augenblick, wo die Sonne den Aequator passirt, als das Aequinoctium, und dieser Zeitpunkt fällt thatsächlich innerhalb eines Spielraums von 24^h (wegen des Schaltjahres) stets auf die allgemein als Tag- und Nacht-Gleichen bezeichneten Termine. Eine wirkliche genaue Gleichheit von Tag und Nacht kann übrigens, wie Sie vielleicht selbst bereits erkannt haben, nie eintreten, weil die Sonne auch nicht während eines einzigen Tages als stillstehend angesehen werden darf, sondern sich in ihrer zum Aequator schrägen Bahn bereits in zwölf Stunden um ihren eigenen Durchmesser weiterbewegt.

Was ferner ihre zweite Frage betrifft, so wird Ihnen mit der folgenden, aus Newcombs populärer Astronomie entnommenen, Tabelle gedient sein, bei der neben der in Centimetern angegebenen Oeffnung eines Fernrohrs diejenige Sterngröfse angegeben ist, welche damit im allgemeinen noch eben gesehen werden kann:

Oeffnung.	Gröfse.
0.9	7
1.5	8
3.0	9
6	10
10	11
16	12
25	13
40	14

Den „Wundern des Himmels" von **Littrow** entlehnen wir endlich auch die gewünschten Angaben über die scheinbare Maximal- und Minimalgröfse der Planetenscheiben:

	Durchmesser: Max.	Min.
Merkur	12".9	4".5
Venus	65 .2	9 .5
Mars	25 .6	3 .5
Jupiter	50 .7	30 .8
Saturn	21 .5	15 .5
Uranus	4 .7	3 .9
Neptun	2 .7	2 .4

Bezüglich der Trabanten sei folgendes bemerkt:

Marstrabanten in Erdnähe etwa 12. Gröfse, Deimos schon mit 8 Zoll Oeffnung unter günstigen Umständen wahrnehmbar.

Jupitertrabanten zwischen 0".9 und 1".5 im Durchmesser.

Saturntrabanten:

Titan und Japetus schon in kleineren Fernrohren.

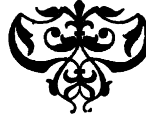
Rhea, Tethys und Dione werden bei 4 Zoll Oeffnung sichtbar.

Enceladus bei 7—8 Zoll Oeffnung.

Mimas und Hyperion nur mit den besten Fernrohren von mindestens 10 Zoll unter günstigsten Bedingungen sichtbar (13. bis 14. Gröfse).

Uranustrabanten: 15. Gröfse.

Neptunstrabant: 13. bis 14. Gröfse.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin.

Von Prof. Dr. A. **Fischer,**
Sectionschef im Königl. Preufsischen Geodätischen Institut.

(Schlufs.)

Derartige Untersuchungen werden nun folgendermafsen geführt: Um den astronomischen Hauptpunkt als Mittelpunkt werden in möglichst gleicher, dem Zweck entsprechender Entfernung eine Anzahl Stationen gewählt, die man durch ein Dreiecksnetz mit demselben und unter einander verbindet. Auf jeder Station wird die Breite und das Azimut einer zum Netz gehörenden Richtung astronomisch bestimmt. Dann rechnet man vom Hauptpunkt aus unter Zugrundelegung seiner astronomisch bestimmten geographischen Coordinaten, die geodätischen oder ellipsoidischen Breiten und Azimute der andern Stationen, erhält dadurch für jede Station aus dem Unterschiede beider Breiten den Betrag der Lothabweichung im Meridian und aus dem Unterschiede beider Azimute die Lothabweichung im Azimut, woraus man mittelst der Laplaceschen Gleichung die Lothstörung in Länge rechnet. Nach derselben ist nämlich $l' - l = \frac{a' - a}{\sin \varphi}$ oder in Worten ausgedrückt: die Lothabweichung in Länge ist gleich der Lothabweichung im Azimut, dividirt durch den sinus der Breite. Bei nahen Stationen, wo viele Längenunterschiede zu messen sind, zieht man es nämlich vor, statt der direkten Bestimmung des Zeitunterschiedes zweier Stationen, deren Azimute zu messen und daraus den Längenunterschied, wie oben gesagt, herzuleiten, weil zur astronomischen Bestimmung des letzteren Unterschieds erstens zwei Beobachter und zwei Instrumente, nämlich für jede Station ein Beobachter und ein Instrument (Hammer) nöthig sind, und weil zweitens derselbe durch telegraphische Vergleichung der Uhrzeit beider Stationen ermittelt

wird, wefswegen beide Stationen meistens durch eine besondere Telegraphenleitung verbunden werden müfsten, wodurch unverhältnifsmäfsig hohe Kosten entstehen würden.

Die Lothstörungen in Breite und Länge benutzt man nun dazu, um die Höhe des Geoids über dem Ellipsoid sowohl im Meridian, als im Parallel oder in irgend einer bestimmten Azimutrichtung zu ermitteln, sowie auch dazu, um die Lage des gestörten Zenits gegen das ungestörte zu finden, damit man auf die gröfsere oder geringere Dichte der störenden Masse schliefsen kann.

Bei der im ganzen ebnen Gegend um Berlin, welche bedeutende Lothstörungen nicht vermuthen liefs, schienen 20 Kilometer die zweckentsprechende Entfernung der Stationen von Rauenberg zu sein. Ausser diesem, als Centralpunkt, wurden noch folgende Stationen gewählt, die in der Richtung Norden über Osten genannt sind: Glienicke bei Hermsdorf, ein Punkt im Walde nahe der Nordbahn; Gehrenberg, eine Anhöhe mitten zwischen den Dörfern Zepernik und Schwanebeck an der Stettiner Bahn; Neuenhagen an der Ostbahn; Müggelsberg, die westliche Kuppe der Müggelsberge; der sogenannte Weinberg bei dem Dorfe Glienick bei Zossen und der Eichberg bei Saarmund, südöstlich von Potsdam. Dazu traten aus einem besonderen Grunde im Süden noch der Golmberg bei Stülpe und der Hagelberg bei Belzig. Um konstante persönliche und instrumentelle Fehler zu eliminiren, wurden Breiten und Azimute auf diesen neun Stationen nach ein und derselben Methode, mit ein und demselben Instrument, sowie von ein und demselben Beobachter gemessen. Ausser diesen Stationen wurden noch zwei bereits astronomisch festgelegte Punkte des Untersuchungsterrains hinzugezogen, nämlich Berlin-Sternwarte, deren Breite bekannt und deren Längenunterschied mit Rauenberg von Prof. Albrecht telegraphisch ermittelt ist, und das Astrophysikalische Observatorium bei Potsdam, dessen Breite von Dr. Kempf beobachtet wurde.

Das Lothabweichungsnetz um Rauenberg oder für die Umgebung Berlins hatte demnach die in Fig. 1 wiedergegebene Gestalt.

Die Ergebnisse der ganzen Untersuchung sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Dieselbe enthält den Namen der Station, die astronomische oder geoidische, die geodätische oder ellipsoidische Breite und den Unterschied beider: die Lothabweichung in Breite. Ferner das astronomische, das geodätische Azimut, die Differenz derselben oder die Lothstörung im Azimut, aus welcher die Lothabweichung in Länge abgeleitet wurde.

Den geodätischen Rechnungen wurde Bessels Ellipsoid zu Grunde gelegt.

Station	Breite astron.	Breite geod.	Lothabw. in Breite	Azimut astron.	Azimut geod.	Lothabw. im Azimut	Lothabw. in Länge
Golm	52° 1' 7''.56	3''.21	+4''.35	334° 28' 53''.97	56''.72	—2''.75	—3''.49
Hagelberg . .	52 8 26 .57	24 .39	+2 .18	64 1 5 .46	8 .44	—2 .98	—3 .77
Glienick b. Z. .	52 16 16 .19	12 .51	+3 .68	358 12 46 .31	45 .79	+0 .52	+0 .66
Eichberg . . .	52 18 57 .34	56 .70	+0 .64	48 33 10 .25	11 .57	—1 .32	—1 .67
Potsdam Obs.	52 22 56 .96	56 .35	+0 .61				
Müggelsberg .	52 25 8 .12	7 .70	+0 .42	15 8 58 .88	60 .73	—1 .85	—2 .33
Rauenberg . .	52 27 12 .64	12 .64	0 .00	178 12 19 .09	19 .09	0 .00	0 .00
Berlin Sternw.	52 30 16 .77	17 .29	—0 .52	Länge: +1 35 .895	36 .307		—0 .41
Neuenhagen .	52 31 45 .92	47 .48	—1 .56	195 11 19 .85	21 .51	—1 .66	—2 .09
Glienicke b. H.	52 37 36 .19	38 .94	—2 .75	83 43 5 .92	9 .39	—3 .47	—4 .37
Gehrenberg . .	52 38 38 .04	40 .51	—2 .47	263 55 31 .78	32 .52	—0 .74	—0 .93

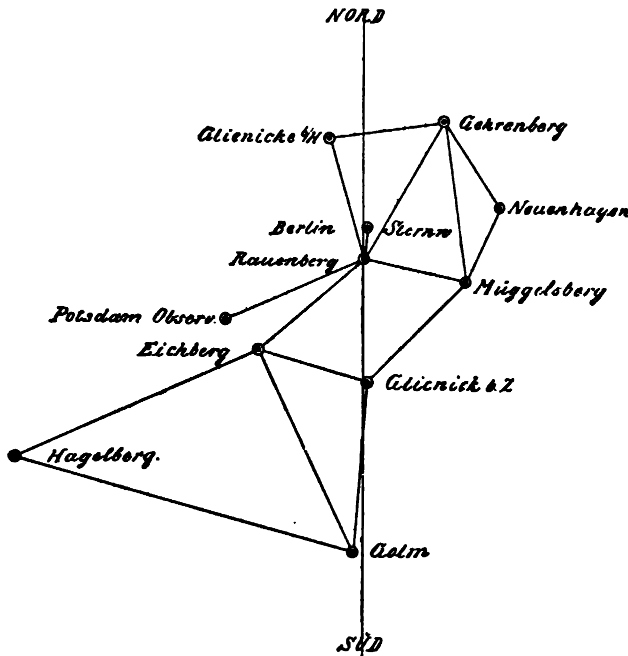


Fig. 1.

Die Beträge der Lothstörungen erreichen demnach sowohl in Breite, wie in Länge recht erhebliche Beträge, die sich durch die Wirkung sichtbarer Massen nicht erklären lassen, folglich durch unterirdische Massen verursacht werden müssen.

Zwar zeigen die Breiten Norddeutschlands im ganzen eine Störung in demselben Sinne wie hier, nämlich eine negative Zunahme des

Störungsbetrages nach Norden hin, so dafs die Lothablenkungen in Breite mehr allgemeinen Charakters sind, doch während dort die Störungsbeträge auf eine meridionale Entfernung von 150 bis 200 Kilometer höchstens 3 bis 4 Sekunden erreichen, erheben sie sich hier auf eine Entfernung von gegen 42 Kilometer zwischen Glienick bei Zossen und Gehrenberg bereits auf 6 Sekunden.

Es beträgt demnach im Meridian von Rauenberg für 1 Kilometer Entfernung die Breitestörung 0,15 Sekunden Winkel — oder 4,6 Meter lineares Mafs, oder für den Bogen vom Parallel von Glienick bei Zossen bis zum Parallel von Gehrenberg rund 190 Meter, um welchen Betrag der ellipsoidische Bogen gröfser ist als der geoidische. Will man demnach in der Umgebung Berlins, von Süd nach Nord marschirend, eine Minute Breitenunterschied zurücklegen, so würde man, wenn die physische Erdoberfläche dem Besselschen Ellipsoid entspräche, rund 1855 Meter, fiele sie dagegen mit dem Geoid zusammen, nur 1847 Meter zu gehen haben.

Merkwürdiger noch sind die Lothstörungen in Länge, welche auf der westlichsten Station Hagelberg mit negativem Zeichen beginnend, in Glienick bei Zossen einen kleinen positiven Betrag zeigen, um sofort wieder negativ zu wachsen. Dadurch wurde es möglich, Linien gleicher Lothstörungen in Länge zu zeichnen, welche sämtlich eine birnenförmige Gestalt bilden, mit der Linie Rauenberg-Glienick bei Zossen als Achse, wie nebenstehende Figur 2 zeigt.

Aus der Darstellung des Lothabweichungsnetzes in Fig. 1 ersieht man, dafs die Stationen: Golm, Glienick bei Zossen, Rauenberg, Berlin Sternwarte nahezu im Meridian des Rauenberges liegen, so dafs man ihre Breitenstörungen unbedenklich als die im Meridian von Rauenberg stattfindenden betrachten kann. Auch wird man für den Schnittpunkt der Linie Glienicke bei H. — Gehrenberg mit diesem Meridian interpolatorisch die Breitenstörung aus denen von Glienicke und Gehrenberg rechnen können, da beide Stationen nicht allzuweit ausserhalb des Meridians sich befinden. Für diesen Punkt ist daher als Breitenstörung angenommen worden: $^1/_4$ der Breitenstörung von Gehrenberg + $^3/_4$ der von Glienicke bei H. = — 2″68.

Aus den Störungen dieser fünf Meridianpunkte ist alsdann die Erhebung des Geoids über das Ellipsoid im Meridian von Rauenberg nach den Formeln gerechnet worden, welche Prof. Helmert im I. Theil S. 564 der math. und phys. Theorien der höheren Geodäsie giebt, mit Rauenberg als Nullpunkt, d. h. unter der Annahme, dafs Rauenberg frei von Lothstörung sei.

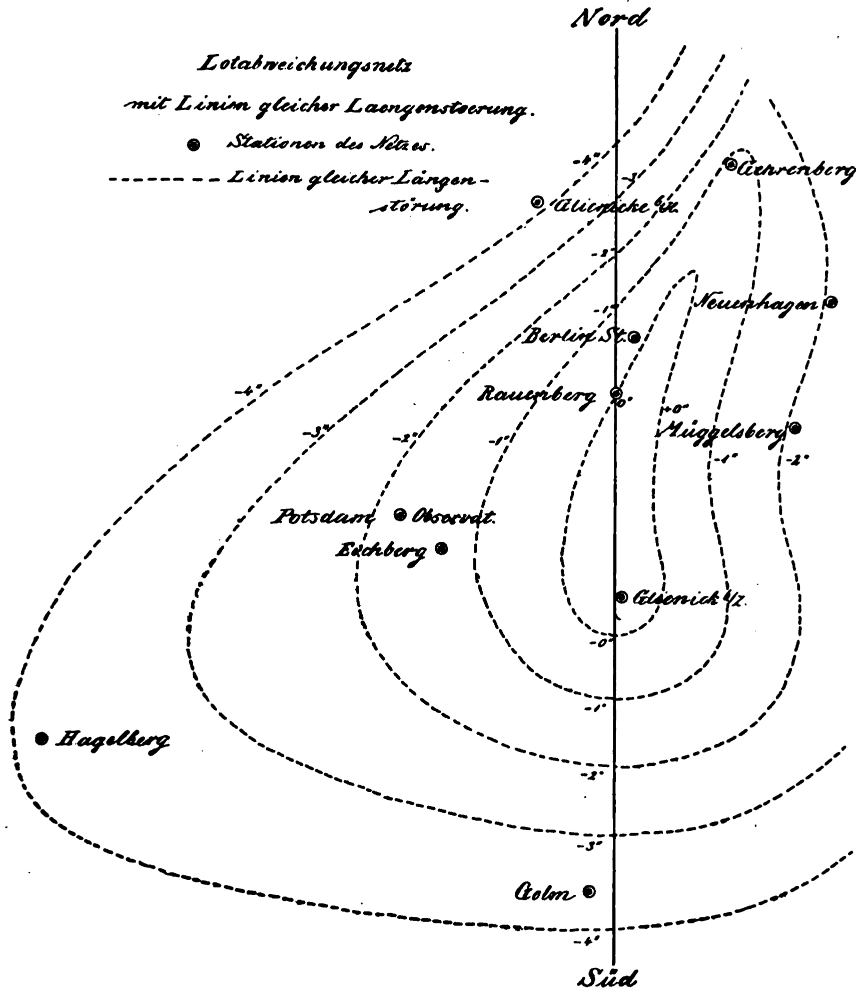


Fig. 2.

Die Berechnung wurde von 5 zu 5 Minuten Breitenunterschied mit Rauenberg durchgeführt und gab folgende Resultate:

Breitenunterschied mit Rauenberg	Erhebung des Geoids
Von + 10 bis + 5′	+ 0.10 Meter
„ + 5 „ — 0	+ 0.03 „
„ — 0 „ — 5	+ 0.05 „
„ — 5 „ — 10	+ 0.17 „
„ — 10 „ — 15	+ 0.34 „
„ — 15 „ — 20	+ 0.53 „
„ — 20 „ — 25	+ 0.72 „

Für irgend einen Parallel des Lothabweichungsnetzes kann eine ähnliche Rechnung nicht angestellt werden, weil höchstens immer nur 2 Stationen als auf demselben Parallel liegend vorhanden sind. Statt dessen wurden aus den Lothstörungen der 4 Stationen: Hagelberg, Eichberg, Interpolation: $\frac{1}{2}$ Rauenberg + $\frac{1}{2}$ Glienick bei Zossen, und Müggelsberg die Erhebungen des Geoids im Azimut von 66° mit Hagelberg als Nullpunkt von 10 zu 10 Kilometer Entfernung abgeleitet. Dieselben betragen:

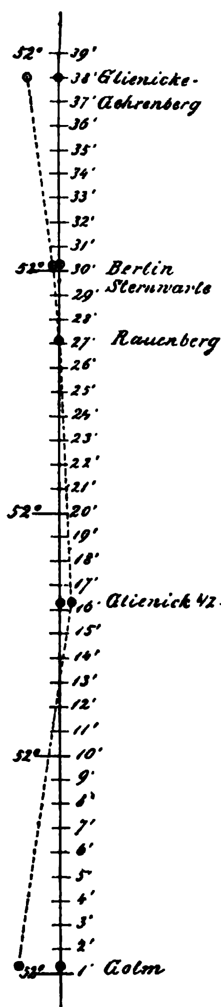


Fig. 3.

Entfernung	Erhebung des Geoids
Von 0 bis 10 km	— 0.003 Meter
„ 10 „ 20 „	— 0.012 „
„ 20 „ 30 „	— 0.028 „
„ 30 „ 40 „	— 0.051 „
„ 40 „ 50 „	— 0.087 „
„ 50 „ 60 „	— 0.172 „
„ 60 „ 71 „	— 0.284 „
„ 70 „ 80 „	— 0.346 „

Es ergiebt sich demnach hieraus die Thatsache, daſs, trotz bedeutender Lothstörungen, die Erhebungen des Geoids über dem Ellipsoid, oder die Abweichungen beider mathematischen Erdoberflächen, im Lothablenkungsgebiet nur geringfügige sind.

Die Lage des gestörten Meridians von Rauenberg gegen den ungestörten läſst sich am besten graphisch darstellen. Trägt man nämlich wie in nebenstehender Figur 3 mit dem ungestörten Meridian, der als gerade Linie gedacht ist, jene 5 Stationen, welche zur Herleitung der Erhebung des Geoids über das Ellipsoid herangezogen wurden, mit ihrer Breite als Abscissen auf und nimmt als Ordinaten ihre Lothabweichungen in Länge, nach Westen negativ, nach Osten positiv, so wird dann die Verbindungslinie der Längenabweichungen den gestörten Meridian darstellen. Hierbei ist

1 Minute Breitendifferenz = 5 mm oder 1 mm = 371 Meter angenommen
und
1 Sekunde Längenabweich. = 2.5 mm „ 1 mm = 7.42 „ „

so daſs eine Ueberhöhung der Ordinaten im Verhältniſs von 1 : 50 stattfindet.

Bei Ableitung der Gesamtstörung jeder Station oder des Azimuts und Entfernung des gestörten Zenits in Bezug auf das ungestörte aus den Lothabweichungen in Länge und Breite sind in der angeführten Publikation drei Annahmen gemacht worden:

1. dafs Rauenberg frei von Lothstörung sei,
2. dafs Rauenberg eine Breitenstörung von 5 Sekunden und eine gleichgrofse Längenstörung habe,
3. dafs für Rauenberg die Lothabweichung für Breite 0, für Länge aber 5 Sekunden betrage.

Die erste Annahme beruht darauf, dafs man sich bei derartigen Untersuchungen den Centralpunkt als frei von Lothabweichungen denkt, so lange als über die Störungen nichts bekannt ist. Bei der zweiten Annahme war mafsgebend, dafs Prof. Helmert in den Verhandlungen der permanenten Kommission der internationalen Erdmessung zu Nizza im Oktober 1887 nachgewiesen hat, dafs Rauenberg in Bezug auf Centraleuropa mit einer Lothabweichung in Breite von 5 Sekunden behaftet sei und nach mündlicher Mittheilung derselben Autorität nach dem vorliegenden Material auch eine solche von gleichem Betrage in Länge sich ergebe. Die dritte Annahme endlich findet ihre Rechtfertigung in dem von demselben Herrn 1888 in Salzburg erstatteten Bericht über Lothabweichungen, wonach jene Breitenstörung auf Rauenberg einen allgemeinen Charakter habe. Ist dies aber der Fall, dann kann man dieselbe bei Untersuchung lokaler Lothstörungen unberücksichtigt lassen.

Trägt man die nach diesen Annahmen erhaltenen gestörten Zenite nach Azimut und Entfernung graphisch auf, so giebt, wie schon früher bemerkt, die Richtung derselben Aufschlufs über die Dichte der störenden Masse.

Es ergeben sich nun für a, das Azimut und für Λ, die Entfernung des gestörten Zenits, für diese drei Annahmen folgende Werthe bzw. graphische Darstellungen, bei welchen für Λ $1'' = 2^{mm}$ angenommen ist.

Stationen	Annahme 1		Annahme 2		Annahme 3	
	Azimut	Entf.	Azimut	Entf.	Azimut	Entf.
Golm	333° 44'	4''.8	5° 43'	9''.3	12° 27'	4''.4
Hagelberg	313 16	3 .2	6 0	7 .2	19 6	2 .3
Glienick b. Zossen .	6 14	3 .7	22 12	9 .4	43 55	5 .1
Eichberg	302 31	1 .3	19 49	6 .0	72 18	2 .1
Müggelsberg . . .	284 57	1 .5	16 50	5 .6	73 38	1 .7
Rauenberg	0 0	0 .0	31 22	5 .9	90 0	3 .1
Berlin, Sternwarte .	205 38	0 .6	31 22	5 .3	100 32	2 .8
Neuenhagen . . .	218 30	2 .1	27 26	3 .8	132 6	2 .3
Glienicke b. Hermsd.	223 57	3 .8	9 39	2 .3	172 5	2 .8
Gehrenberg	191 3	2 .5	44 18	3 .5	135 30	3 .5

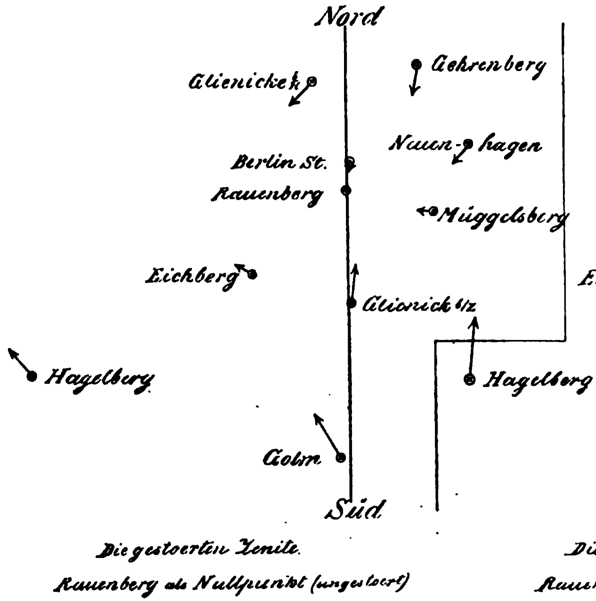


Fig. 4.

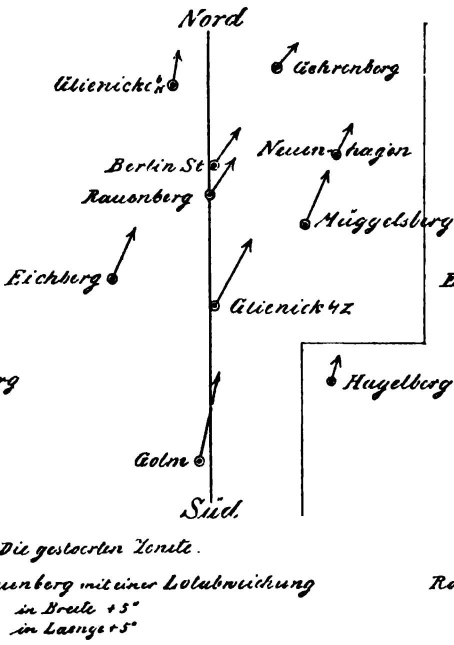


Fig. 5.

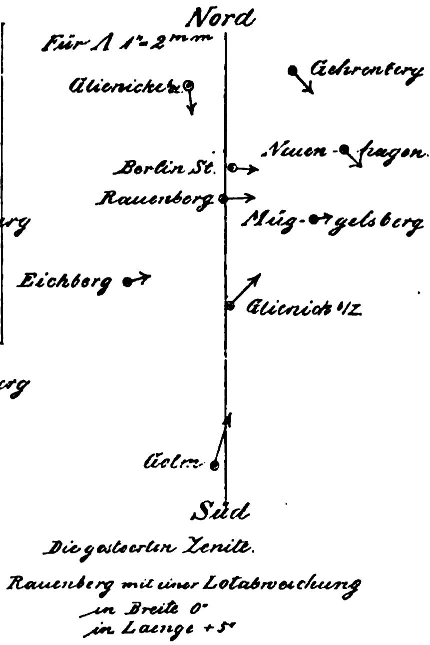


Fig. 6.

Hiernach können wir als das Gemeinsame der drei Annahmen feststellen, dafs die störende Masse von geringerer Dichte als die umgebende Erdkruste sein mufs, weil entweder alle oder doch die meisten Richtungen der gestörten Zenite nach einem Punkte strahlen oder convergiren.

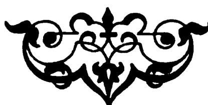
Natürlich mufs bei Annahme 1 die störende Masse senkrecht unter dem Rauenberg liegen, weil, wenn eine störende Masse vorhanden ist, dieselbe das Loth nur für den Punkt senkrecht über ihr nicht stört; es würde aber westlich von Rauenberg sich bereits ein neues Attractionscentrum bemerkbar machen.

Bei Annahme 2 würde die störende Masse nordöstlich von Gehrenberg liegen und gerade, wie bei den Kurven gleicher Längenstörung, darthun, dafs dieselbe von geringerer Dichte, schmaler Basis, aber aufserordentlich mächtiger Dimension nach der Tiefe, sich unter dem Untersuchungsterrain südwestlich hinzieht, sich allmählich verbreitert und an Höhe abnimmt, und bei Glienick b. Zossen ihre gröfste Wirkung ausübt. Annahme 3 zeigt uns die störende Masse östlich von Müggelsberg in nicht allzuweiter Entfernung.

Welche von diesen Annahmen der Wahrheit am nächsten kommt, läfst sich nach den vorliegenden Messungen nicht entscheiden. Logisch dürfte ja die dritte Annahme die meiste Wahrscheinlichkeit für sich haben. Man kann daher vorläufig nur sagen, dafs die durch diese Untersuchung festgestellten Lothabweichungen in der Umgebung von Berlin durch eine unterirdische Masse von einer gegenüber der mittleren Dichte der Erdrinde geringeren Dichtigkeit verursacht seien, die wahrscheinlich nordöstlich oder östlich von Gehrenberg — Neuenhagen ihren Sitz hat. Der wirkliche Ort der störenden Masse kann aber noch nicht festgestellt werden. Um sicheren Aufschlufs darüber zu erhalten, genügen die vorstehend angeführten astronomisch-geodätischen Messungen noch nicht. Es sind dafür noch Pendelmessungen oder direkte Messungen der Schwere selbst nöthig. Durch diese allein wird es möglich, den Ort zu bestimmen, wo die geringste Schwere stattfindet, oder wo der Schwerpunkt der störenden Masse zu suchen ist, wodurch man vielleicht auch im stande sein wird, über die Natur der störenden Masse Schlüsse zu ziehen.

Allerdings wissen wir aus den im Untersuchungsgebiet vorgenommenen Tiefbohrungen, dafs sich hier ganz abnorme Massenlagerungen von Salz befinden. Es zeugt dafür nicht blofs das Steinsalzlager beim Dorfe Sperenberg zwischen Glienick b. Zossen und Golm, dessen Sohle in einer Tiefe von 1272 Meter noch nicht erreicht wurde,

obwohl das Salz bereits 89 Meter unter der Erdoberfläche beginnt, sondern auch die Bohrungen der Admiralsgartenbad-Gesellschaft zu Berlin, welche sowohl an mehreren Stellen der Grofsstadt, als auch im weiteren Umkreise kräftige Soolquellen aufgeschlossen haben. Ob dieses Salzlager von enormer Mächtigkeit sich aber noch östlich bezw. nordöstlich von Gehrenberg, Neuenhagen, Müggelsberg, und zwar mit seiner Hauptmasse, hinzieht und ob es die alleinige Ursache der Lothstörungen um Berlin sei, läfst sich jetzt nicht entscheiden. Dazu brauchen wir noch die Pendelmessungen.





Was dann?

Vortrag, gehalten in der Gesellschaft Aula in München
am 6. Dezember 1889

von Professor Dr. L. **Sohncke.**

I. Stellung der Frage.

Hochgeehrte Anwesende!

Als im vergangenen Frühjahr in den Steinkohlengruben Westphalens der grofse Streik der Bergleute ausbrach, durch welchen diese um ihr kärgliches Brot hart arbeitenden Männer ihr trauriges Loos zu verbessern trachteten, da war bei allen, denen das wenig menschenwürdige Dasein jener Bergarbeiter damals bekannt wurde, die erste Regung wohl das Mitleid. Neben dieser Wirkung auf das Gemüth brachten aber die Nachrichten aus dem Streikgebiet auch für den Verstand eine ernste Lehre. Als nämlich die Folgen des Streiks sich fühlbar zu machen begannen: als wegen Kohlenmangels hier und da ein Hochofen ausgeblasen wurde, als es sogar nöthig ward, stellenweise den Eisenbahnverkehr einzuschränken, da mufste es jedem, der es etwa noch nicht gewufst hatte, klar werden, welch' enorme Wichtigkeit, welche für unser ganzes Kulturleben fundamentale Bedeutung dem Arbeitsergebnisse jener Bergleute, den zu Tage geförderten Steinkohlen, innewohnt.

In der That: Wohin wir blicken, überall rings um uns gewahren wir Produkte menschlichen Fleifses, bei deren Erzeugung die Steinkohlen mittelbar oder unmittelbar eine hervorragende Rolle gespielt haben. Das Leuchtgas bereiten wir aus Kohlen. Das Eisen und andere Metalle gewinnen wir aus ihren Erzen in Hochöfen, deren Gluth durch Kohlen angefacht wird; wie wir ja auch vielfach unsere gewöhnlichen Oefen mit Steinkohlen heizen. Kohlen sind das unentbehrliche Nahrungsmittel der Dampfmaschinen, deren tausendfältige Anwendungen uns ungezählte Annehmlichkeiten des modernen Lebens verschaffen. Lokomotiven, Schiffsdampfmaschinen, Lokomobilen, Wasser-

haltungsmaschinen in Bergwerken und sonstige Dampfpumpen, Maschinen zum Betriebe von Walzwerken, Ventilatoren, Kreissägen, Schnellpressen und zu hundert andere Betrieben beruhen auf der Dampfkraft, also auf den Kohlen. Auch die im Kleingewerbe heute so viel benutzten Gasmotoren verdanken ihre Leistungsfähigkeit den Kohlen; und so geht es fort.

Bei dieser beherrschenden Stellung, welche die Steinkohlen in dem Kulturleben der Gegenwart einnehmen, erscheint die Frage wohl berechtigt, ob denn der Kohlenvorrath der Erde, wenigstens für menschliche Bedürfnisse, unerschöpflich sei, oder ob wir uns auf das dereinstige Ende dieser Herrlichkeit gefafst machen müssen. Diese Frage ist schon vor längerer Zeit aufgeworfen worden. Zu ihrer Untersuchung hat das englische Parlament 1866 eine eigene Commission eingesetzt. Beruht doch der Reichthum Englands ganz wesentlich auf seinen Kohlenschätzen! Alsdann ist die Frage besonders von Dr. William Siemens wiederholt in Vorträgen und Abhandlungen erörtert worden, und auch andere Gelehrte (Grashof, Clausius) haben ihr eingehendere Betrachtungen gewidmet. Die Ergebnisse sind interessant genug.

Wenn wir die Erde mit dem Mafsstabe unseres eigenen Körpers messen, so erscheint sie riesengrofs. Und dementsprechend sind die meisten Felsarten, welche sie zusammensetzen: die Granite, Gneifse und Porphyre, die Thonschiefer-, Kalk- und Sandsteine und andere in riesigen Mengen vorhanden. Aber für die Steinkohlen liegen die Verhältnisse doch etwas anders. Die verschiedenen geologischen Formationen, die sich im Lauf der vorhistorischen Jahrmillionen zumeist auf dem Boden von Oceanen und von Binnenseen abgelagert haben, und die, beim langsamen Faltungsprozefs der Erdrinde vom bedeckenden Wasser befreit, nun den Menschen als Tummelplatz dienen, weisen zwischen ihren Sanden, Thonen und Kalken zwar wohl hier und da auch Kohlen auf; aber von wirklicher Bedeutung durch die Massenhaftigkeit ihres Vorkommens sind die Kohlen doch nur in einer jener Formationen: in der Steinkohlenformation. Zur Zeit ihrer Bildung erstreckten sich sumpfige Niederungen in riesiger Ausdehnung längs der Küsten von Continenten und Inseln; auch an Flufsläufen hin dehnten sich weite, flache Sumpfgelände, häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt. All' diese Niederungen waren erfüllt von Torfmooren und Sumpfwäldern, die in einer gleichmäfsig warmen, dampfgesättigten Luft in märchenhafter Ueppigkeit gediehen.[1]) Jene Urwälder und

[1]) Vgl. unser eine derartige Steinkohlenlandschaft darstellendes Titelbild.

Moore sind es, deren langsam vermoderte Ueberreste wir heute als Kohlen vor uns sehen.

Die Bedingungen, sei es zur Bildung so riesiger Pflanzenansammlungen, sei es zur Erhaltung ihrer verkohlten Reste, fanden sich später nie wieder in gleichem Mafse erfüllt, und sie können, nach menschlicher Voraussicht, auch in Zukunft nicht so wiederkehren. In allen Kulturstaaten sorgt die Forstwirthschaft dafür, dafs zwischen dem Verbrauch und dem Nachwuchs des Holzes möglichstes Gleichgewicht herrscht. Wo aber solche Ueberwachung fehlt, da zerstört der Mensch womöglich mehr Pflanzenwuchs, als sich freiwillig wieder erzeugt, — dies trifft nicht nur den Holz-, sondern auch den Torfverbrauch. So kommt es, dafs nennenswerthe Ansammlungen von Gewächsen, welche Kohlenlager bilden könnten, gegenwärtig kaum irgendwo zu finden sind.

Die Steinkohlen bedeuten also für uns ein unvermehrbares, unverzinslich angelegtes, und keineswegs unendlich grofses Capital. Und die Menschheit benimmt sich mit ihrem Kohlenverbrauch wie jener glückliche Spieler, der das grofse Loos gewann und nichts Besseres zu thun wufste, als das gewonnene Capital so schleunig als möglich zu verprassen. Thatsächlich vergeuden wir, zumal seit Erfindung der Dampfmaschine, das unersetzliche Capital der Steinkohlen in der unverantwortlichsten Weise. Wie lange werden wir damit reichen?

Die Antwort lässt sich auf Grund der genauer studirten Verhältnisse Englands mit leidlicher Sicherheit geben. England gehört zu den am reichsten mit Kohlenschätzen gesegneten Kulturländern, seine „schwarzen Grafschaften“ (Südwales, Northumberland, Durham, Lancashire u. a.) sind weltbekannt. Von dem gesamten Steinkohlengebiete Europas, (es nimmt eine Fläche beinahe so grofs wie Bayern ein) kommt mehr als der dritte Theil auf die britischen Inseln. Diese liefern fast die Hälfte der gesamten Kohlenproduktion der Erde, welche sich auf jährlich circa 300 Millionen Tonnen beläuft. Nun findet Siemens auf Grund der Untersuchungen der erwähnten englischen Parlaments-Commission die Menge der abbaufähigen Kohlen Grofsbritanniens schätzungsweise gleich 150000 Millionen Tonnen. Davon wurden um 1877 jährlich etwa 132 Millionen gefördert; jedoch wächst der Verbrauch von Jahr zu Jahr, und zwar nach dem Durchschnitt von 20 Jahren jährlich um $3^1/_3$ Millionen. Hieraus berechnet sich, dafs die britischen Kohlenfelder, von heute an, etwa in 250 Jahren erschöpft sein werden. Mag nun diese Schätzung auch nicht sehr zuverlässig sein; mag jener Schreckenstermin auf 3 oder 400 Jahre

hinausgeschoben werden: Was sind ein paar Jahrhunderte im Leben der Völker!

Wir haben also wirklich mit der Thatsache zu rechnen, dafs die Kohlenvorräthe Englands, und ebenso diejenigen ganz Europas, in absehbarer Zeit erschöpft sein werden. Wenn nun auch aufsereuropäische Länder noch grofse Kohlenschätze besitzen, so steht doch auch diesen ein Ende bevor; und es erhebt sich unabweislich die Frage: Was dann?

Liegen die Verhältnisse wirklich so, dafs es gerade der jetzt lebenden Generation, oder sagen wir lieber: dafs es den Generationen, welche dieses und die nächsten Jahrhunderte erfüllen, beschieden ist, sich der höchsten Blüthen der Kultur zu erfreuen; und wird bald nach uns die Menschheit in Barbarei zurücksinken? — Geht es an, dafs wir, leichtsinnig und gewissenlos, das uns in den Schoofs gefallene Gut verprassen und denken: Après nous le déluge? Haben wir nicht auch Pflichten gegen die kommenden Geschlechter zu erfüllen?

Eine kurze Beantwortung der Frage: „Was wir schon jetzt thun können, und was, wenige Generationen nach uns, die Menschheit wird thun müssen, um Kohlen zu sparen und wo möglich entbehrlich zu machen“ soll den Inhalt des Folgenden bilden. Hierbei wird der wichtigste Begriff der heutigen Physik, nämlich derjenige des Arbeitsvermögens oder der Energie, eine hervorragende Rolle spielen.

II. Vorbereitung der Beantwortung.

Die weitaus gröfste Kohlenmenge wird in der Weise verwerthet, dafs die durch ihre Verbrennung erzeugte Wärme nicht Selbstzweck ist, sondern nur Mittel zu einem anderen Zweck, nämlich zur Verdampfung von Wasser und dadurch schliefslich zur Leistung von Arbeit vermittelst Dampfmaschinen. Wir benutzen also die Wärme um Arbeit zu leisten; und somit erkennen wir in der Wärme eine der verschiedenen Formen von Arbeitsvermögen oder Energie, welche die Natur uns darbietet. Nun besteht die wichtigste Errungenschaft der modernen Naturforschung in der Erkenntnifs, dafs niemals Arbeit aus Nichts hervorgehen kann, sondern dafs zu einer jeden Arbeitsleistung — wie grofs oder klein sie auch sein mag — ein genau gleich grofser Betrag von Arbeitsvorrath aufgewendet werden mufs. Letzterer Vorrath ist dann also verbraucht, verschwunden; aber an seiner Stelle ist die Arbeitsleistung entstanden, welche ihrerseits wieder einen gleich grofsen Arbeitsvorrath darstellt. Wenn also Arbeitsvermögen von irgend einer Form neu auftritt, so können wir sicher sein, dafs dasselbe nicht aus dem Nichts hervorgegangen ist, sondern dafs zu seiner Ent-

stehung ein genau gleicher Betrag anderen Arbeitsvermögens verbraucht worden ist. Dies ist der Sinn des berühmten Satzes von der Erhaltung der Energie oder des Arbeitsvermögens. Er sagt aus, dafs das gesamte in der Welt vorhandene Arbeitsvermögen eine ganz bestimmte Gröfse hat und durch keinerlei Mittel weder vermehrt noch vermindert werden kann.

Dieses wunderbare, der mannigfaltigsten Wandlungen fähige, und doch unzerstörbare und unerschaffbare, also ewige Wesen, welches wir „Energie" nennen, scheint schon Goethe ahnend erschaut zu haben, wenn er in zwei einander folgenden Gedichten sagt:

„Es soll sich regen, schaffend handeln,
Erst sich gestalten, dann verwandeln,
Nur scheinbar steht's Momente still.
Das Ewige regt sich fort in allen;
Denn alles mufs zu nichts zerfallen,
Wenn es im Sein beharren will."

Und unmittelbar darauf:

„Kein Wesen kann zu nichts zerfallen!
Das Ewige regt sich fort in allen,
Am Sein erhalte Dich beglückt!
Das Sein ist ewig; denn Gesetze
Bewahren die lebendigen Schätze,
Aus welchen sich das All geschmückt."

Kehren wir indessen zu der besonderen Energieform, die wir Wärme nennen, zurück. Wenn wir Wärme erzeugen, so kann — nach obigem Satze — diese Form von Arbeitsvermögen nur durch Aufwendung eines gleich grofsen Betrages von anderweitigem Arbeitsvermögen entstanden sein. In welcher Form existirte denn nun die Energie der Wärme, bevor die Kohlen verbrannt wurden? Augenscheinlich als schlummernde chemische Energie! Kohlenstoff und Sauerstoff waren getrennt und harrten nur des zündenden Funkens, um sich chemisch zu vereinigen. Der nun sich fortspinnende chemische Prozefs der Verbrennung setzte alsdann das schlummernde chemische Arbeitsvermögen in die andere Form: „Wärme" um.

Wir können aber mit unserer Nachforschung noch weiter zurückgehen. Der Kohlenstoff war nicht von jeher als Steinkohle vom Sauerstoff getrennt und so der Verbrennung gewärtig. Steinkohlen waren ja ehedem Pflanzen; diese nahmen erst während ihres Wachsthums Kohlenstoff auf, der ursprünglich in der Kohlensäure der Luft und des Bodenwassers enthalten war. Hierzu war es also nöthig, die Kohlensäure in ihre beiden Bestandtheile: Kohlenstoff und Sauerstoff zu zerreifsen. Wer leistete denn nun diese Zerreifsungsarbeit? Antwort: Die Sonnen-

strahlen! Denn nur unter Einflufs der Bestrahlung geht das Wachsthum der Pflanzen, die Zerreifsung der Kohlensäure, von statten. Ein Theil der Sonnenstrahlen, welche die Pflanzen treffen, kommt aus ihnen nicht mehr heraus, bleibt darin, wird verschluckt, verbraucht zu jener Arbeitsleistung. Schliefslich ist also die Sonne der Quell des Arbeitsvermögens der Steinkohlen. Die Steinkohlen sind, bildlich gesprochen, aufgespeicherte Sonnenwärme! Jene Wärmemenge, welche die Sonne dem Baume liefern mufste, um 1 kg Kohlenstoff aus der Kohlensäure zu befreien und in Gestalt von Holzfasern aufzuspeichern, kommt wieder zum Vorschein, wenn das kg Kohle verbrannt wird.

Aus diesen Erörterungen erkennen wir, dafs die Frage nach einem Ersatze der Kohlen sich zu der einfachen Frage zuspitzt: Was für verschiedene Formen von Arbeitsvermögen bietet uns denn die Natur im grofsen dar?

Die Antwort ist leicht zu geben. Zwei Energieformen haben wir bereits kennen gelernt, nämlich die unmittelbare Sonnenstrahlung, und die in den Pflanzen (z. B. in Holz und Torf) und in den Kohlen aufgespeicherte Sonnenwärme. Nach anderen verbrennbaren Stoffen als Kohle sieht man sich in der Erdfeste vergebens um, denn alle anderen sie zusammensetzenden Massen sind, mit verschwindenden Ausnahmen, bereits Produkte früherer Verbrennungen. Eine dritte Energieform ist das Arbeitsvermögen der Muskelkraft von Menschen und Thieren. Leicht läfst sich nachweisen, dafs auch diese Energieform ursprünglich von der Sonne stammt. Zunächst freilich rührt sie von der Nahrung her, deren Assimilation unter Beihilfe der Athmung ein langsamer Verbrennungsprozefs ist. Die Nahrung aber besteht aus Pflanzen oder aus Thieren, die sich schliefslich selber von Pflanzen ernährt haben. Und dafs die Pflanzen nur durch Absorption von Sonnenstrahlen wachsen können, wurde schon vorher auseinandergesetzt. So ist die Muskelenergie nur umgewandelte Sonnenenergie.

Eine vierte hochwichtige Form verfügbaren Arbeitsvermögens ist die Energie der Lage, welche wir z. B. in gehobenem Wasser besitzen, das durch sein Herabsinken in den Radkästen eines oberschlächtigen Mühlrades oder vermittelst einer Turbine Arbeit leisten kann.

Schliefslich fünfstens ist eine weitverbreitete Form des Arbeitsvermögens jenes, welches bewegten Massen (z. B. Wasser- oder Luftmassen) innewohnt: die sogenannte Energie der Bewegung. Denn der Stofs und Druck dieser Massen vermag das unterschlächtige Rad der Wassermühlen und die Flügel der Windmühlen in Umdrehung zu versetzen.

Die beiden letztgenannnten Energieformen: gehobenes Wasser und stofsende Massen von Wasser oder Luft, sind nun keineswegs ursprünglich auf der Erde heimisch, sondern sie sind aus anderer Form hervorgegangen. Wer hob das Wasser auf die Berge, so dafs es durch sein Herabsinken oder durch seine Stofswirkung zur Arbeitsleistung befähigt wurde? Die Sonnenstrahlung! Diese ist es, welche das Meerwasser verdunsten läfst und dabei selber verschluckt, verbraucht wird, wie die Verdunstungskälte lehrt. Die leichten Wasserdünste verdichten sich beim Aufsteigen wieder zu Tröpfchen und fallen als Regen aufs Gebirge, wo sie den Quellen den Ursprung geben. Nicht minder verdankt der Wind seine Entstehung den Sonnenstrahlen; denn die ungleiche Erwärmung verschiedener Luftmassen macht letztere ungleich schwer und veranlafst so die Ausgleichsbewegung der Winde.

Diese Musterung der verschiedenen Arten von Arbeitsvermögen hat uns wieder und immer wieder zur Sonne als dem eigentlichen Urquell der zu unserer Verfügung stehenden Energie geführt. Und so verehren wir, wie schon unsere Ahnen vor Jahrtausenden, das herrliche Tagesgestirn als Spenderin von Licht und Wärme und als Erweckerin fröhlichen Lebens. Und unsere tiefere und geläuterte Einsicht lehrt uns weiter, die Sonne überhaupt als den Urgrund der Bewegungen und Veränderungen auf Erden, als den Hauptquell aller irdischen Energie zu bewundern. So ist der jetzige Naturforscher gewissermafsen ein moderner Parse oder Anbeter der Sonne.

„Die Sonne tönt nach alter Weise
In Brudersphären Wettgesang,
Und ihre vorgeschriebne Reise
Vollendet sie mit Donnergang.
Ihr Anblick giebt den Engeln Stärke,
Wenn keiner sie ergründen mag.
Die unbegreiflich hohen Werke
Sind herrlich wie am ersten Tag.“

Dieser Sonnenkultus währt aber freilich nur so lange, als sich der Forscher schon hier beruhigt und nicht die noch tiefer eindringende Frage stellt: von wo denn der Sonne selber dieser unermefsliche Vorrath von Energie geworden ist, den sie nun schon seit Millionen von Jahren in den Weltraum hinausstrahlt? Doch auf diese Frage will ich hier nicht eingehen. Ihre Beantwortung ist auf Grund der Kant-Laplaceschen Theorie von der Entstehung unseres Planetensystems auf etwas verschiedenen Wegen durch Jul. Rob. Mayer und durch H. v. Helmholtz in Angriff genommen worden.

J. R. Mayer ist es auch, der wohl zuerst darauf hingewiesen

hat, dafs es für die Erde doch noch eine, vorher von mir übergangene Energiequelle giebt, die nicht in erster Linie auf die Sonne zurückzuführen ist: die Ebbe und Fluth. Da dieselbe enorme Wassermassen in Bewegung setzt, so stellt sie in der That einen ungeheuren Fonds von Energie dar. Ihre Entstehung beruht aber bekanntlich in erster Linie auf der Massenanziehung zwischen Erde und Mond, während die Mitwirkung der Sonne hier erst in zweiter Reihe steht.

III. Beantwortung der Frage.

Nach diesen Vorbereitungen sind wir gerüstet, die Beantwortung der heutigen Hauptfrage: „Was dann, wenn die Kohlen rar geworden sind?“ auf wissenschaftlicher Grundlage zu versuchen. Die vorhergehenden Erörterungen lassen erkennen, dafs das einzige Mittel, einen Ersatz für die Kohlen zu schaffen, nur darin bestehen kann, die anderen von der Natur dargebotenen Energieformen ausgiebiger als bisher auszunutzen. Hierbei wird es gewifs nicht ausführbar sein, die Muskelkraft von Mensch und Thier wesentlich stärker als bisher heranzuziehen. Und auch das pflanzliche Brennmaterial wird sich schwerlich sehr vermehren lassen, weil bei zunehmender Bevölkerung immer gröfsere Flächen Landes zur Erzeugung von Nahrungsmitteln werden dienen müssen. Also bleiben im wesentlichen nur drei Energieformen übrig, die, je eher je besser, in ausgiebigerem Mafse als bisher zur Leistung von Nutzarbeit heranzuziehen sind:

Das ist erstens die dem Wasser innewohnende Energie der Lage und Energie der Bewegung, mag das Wasser nun durch die Sonne emporgehoben sein, oder mag es dem Spiel der Gezeiten sein Arbeitsvermögen verdanken.

Sodann die Energie der bewegten Luft.

Und endlich die Energie der unmittelbaren Sonnenstrahlung.

Während die erste dieser Energieformen schon seit alter Zeit zum dauernden Maschinenbetrieb, nämlich zur Bewegung von Mühlrädern benutzt wird, so dafs ihre Verwerthung nur weiterer Vervollkommnung und Ausbreitung bedarf, so erfordert die Nutzbarmachung der anderen beiden Energieformen unstreitig noch grofse Geistesarbeit; denn die Energie des Windes wird bisher nur äufserst mangelhaft verwerthet, und diejenige der direkten Sonnenstrahlung noch so gut wie gar nicht. Auch eignen sich die letzeren beiden Formen wegen ihres unterbrochenen Auftretens (wenn der Wind sich legt, wenn die Sonne sich verhüllt) nicht sowohl zum unmittelbaren dauernden Be-

triebe, als vielmehr zur Aufspeicherung von Arbeitsvorräthen in geeigneter Form. Zu solchem Beginnen sind aber kaum die ersten tastenden Versuche gemacht.

Wie wird sich denn nun unser Kulturleben gestalten, wenn die meisten Maschinen nicht mehr durch Dampf, sondern durch Wasserkraft betrieben werden sollen? Das bequemst verwerthbare Arbeitsvermögen wohnt dem Wasser da inne, wo es auf kurze Strecken hin beträchtliche Höhenunterschiede besitzt; denn dort kann man es entweder langsam tief herabsinken lassen, oder man kann es durch sein Gefälle grofse Geschwindigkeit erlangen lassen. Es ist klar, dafs sich diese Bedingung am vollkommensten in den Gebirgen oder in deren Nähe erfüllt findet, wo das Wasser in schäumenden Kaskaden hernieder rauscht, dem Naturfreunde zum Hochgenufs, aber ohne Nutzen für die übrige Menschheit. Unsere Nachkommen werden sich daran gewöhnen müssen, auf diese Naturschönheiten mehr und mehr zu verzichten, denn immer mehr wird man die Wasserfälle zur Frohnarbeit anhalten. Aufgestaut in Sammelteichen werden die Wässer der bald reichlich, bald spärlicher fliefsenden Bäche zum regelmässigen Maschinenbetrieb vermittelst Turbinen gezwungen werden. Infolge hiervon wird sich allmählich eine Verschiebung der grofsen Menschenansiedlungen zur Nachbarschaft der Gebirge hin vollziehen. — Aber nicht allein zum Gebirge hin. Nein, auch zu den Küsten der grofsen Meere, wo in dem regelmäfsigen Wechsel von Ebbe und Fluth die Wasser fallen und steigen! Hier bedarf es nämlich nur eines Paares grofser Sammelbecken, um beliebige Arbeitsgröfsen zu gewinnen. Wenn das eine Becken nur zur Zeit der Fluthhöhe mit dem Meere in Verbindung gesetzt wird, das andere nur zur Zeit der tiefen Ebbe, so wird das Wasser des ersteren stets auf hohem, das des letzteren stets auf tiefem Niveau erhalten; dadurch ist ein stetiges Herabfliefsen in Mühlkanälen aus dem einen in's andere, und somit beliebige Arbeitsleistung ermöglicht.

Während diese Verwerthung der Ebbe und Fluth, obgleich schon ziemlich früh ersonnen, bisher nicht in nennenswerthem Mafse in die Praxis eingeführt wurde, nimmt die Knechtung der strömenden Gewässer vor unseren Augen immer mehr zu. In Schaffhausen ist schon vor längeren Jahren eine grofse Anlage geschaffen worden, um einen winzigen Bruchtheil des im Rheinfall dargebotenen Arbeitsvermögens den Stadtbewohnern dienstbar zu machen. Die der Wasserkraft entstammende Bewegung wird durch lange Drahtseiltransmissionen nach den verschiedensten Stellen der Stadt übertragen und zu den mannig-

faltigsten Arbeitsleistungen verwerthet. Wie man anderwärts Leuchtgas und Wasser zugeleitet erhält und nach Mafsgabe des Verbrauchs bezahlt, so wird dort Arbeitsvermögen nach Bedarf zugeführt, und für die Anzahl der verbrauchten Pferdestärken wird Zahlung geleistet. Aehnliche Einrichtungen sind auch in Freiburg in der Schweiz ausgeführt, und neuerdings auch für Rheinfelden bei Basel geplant, aber hier mit einer Abänderung, von der nachher noch zu reden sein wird. Der Consument von Energie bezieht letztere auf diese Art bequemer und billiger, als wenn er Dampfmaschinen oder Gasmotoren hätte anschaffen und dauernd speisen müssen. Es ist sicher, dafs viele Städte diesen Beispielen folgen werden. In manchen Gebirgsgegenden findet man ferner schon jetzt isolirte Fabriken durch Wasserkraft elektrisch beleuchtet; der benachbarte Bach hat die erforderliche Energie liefern müssen, um dynamoelektrische Maschinen zu treiben. Dadurch, dafs Drahtspulen zwischen Magnetpolen schnell gedreht werden, entsteht in ersteren auf räthselhafte Weise der elektrische Induktions-Strom, welcher nun die Bogenlampen entflammt und die Glühlampen zum Leuchten bringt.

Während man also früher nur Kohlen und aus ihnen bereitetes Leuchtgas und ausserdem Petroleum, zur Lichterzeugung zu benutzen wufste, so wird hier die Energie gehobenen Wassers zunächst in die Uebergangsform des elektrischen Stromes und letztere erst in Wärme und Licht umgesetzt. Sogar zur Heizung beginnt man bereits jene Wärme heranzuziehen, die der elektrische Strom im durchflossenen Draht hervorruft. Wenn man also den Strom in der beschriebenen Art durch Dynamo-Maschinen erzeugt hat, die mittelst Wasserkraft getrieben werden, so hat man die dem Wasser (vermöge seiner Lage oder seiner Bewegung) innewohnende Energie in die andere Energieform: „Wärme“ umgesetzt.

Wenn es auch keinem Zweifel unterliegt, dafs Gebirgsländer und Meeresküsten infolge der dort billig zu habenden Arbeitsvorräthe von den Menschen der Zukunft vorzugsweise als Wohnstätten auserwählt werden müssen, so würde die Anhäufung von Menschen daselbst doch bald zu dicht werden, wenn es nicht gelänge, die dort vorhandene Energie auch auf gröfsere Entfernungen ins Land hinein fortzuleiten. Drahtseiltransmissionen wie in Schaffhausen sind freilich für meilenweite Arbeitsübertragung ungeeignet. Aber es bieten sich zwei andere Möglichkeiten dar: Die Uebertragung des Druckes von Wasser oder komprimirter Luft in weiten festwandigen Röhren; und die elektrische Arbeitsübertragung. Beide

scheinen weiterer Ausbildung fähig zu sein, vor allem wohl die letztere, von deren Leistungsfähigkeit bereits vielversprechende Proben vorliegen. Der Vorgang ist recht einfach: Durch Wasserkraft wird eine Dynamo-Maschine getrieben und liefert elektrischen Strom. Dieser wird nun durch dicke Metalldrähte, die ihm wenig Widerstand bieten, zu einer zweiten, meilenweit entfernten Dynamo-Maschine geleitet, welche sich in demselben Augenblick, als der Strom sie durchfliefst, zu drehen anfängt. Vermittelst des elektrischen Stromes ist also an jener entfernten Stelle, wo von Natur gar kein Arbeitsvermögen zur Verfügung stand, die Maschine in Umdrehung versetzt und vermag nun Nutzarbeit irgend welcher Art zu leisten. In solcher Art will man von Rheinfelden aus die Energie des strömenden Rheins verwenden. In solcher Art vollzieht sich auch der Betrieb elektrischer Eisenbahnen, auf denen ohne Schnaufen und Blasen und ohne lästigen Rauch die Wagen wie von Geisterhand getrieben dahineilen.

Sowie einerseits der elektrische Bahnbetrieb bestimmt zu sein scheint, mancher Orten den gewöhnlichen Bahnbetrieb zu ersetzen, so wird letzterer andererseits wohl vielfach der Canalschiffahrt weichen müssen, welche in weit billigerer Weise, zum Theil durch thierische Arbeitskräfte, solche Güter befördert, bei denen es nicht auf gröfsere Transportgeschwindigkeit ankommt.

Wir sehen also die Kulturländer der Zukunft besonders in der Nähe der Gebirge und der Meeresküsten mit grofsen Städten besetzt, wir sehen sie von zahlreichen Wasserstrafsen durchschnitten, von Transmissionskabeln nach allen Richtungen hin durchkreuzt, und von elektrischen Bahnzügen mehr als von den altmodischen Dampfwagen durcheilt. Während dieses Zukunftsbild in engem Anschlufs an schon vorhandene Einrichtungen skizzirt ist und daher einigen Anspruch hat, für zutreffend zu gelten, erhält man ein weit verschwommeneres und phantastischeres Bild, wenn man sich auszumalen versucht, auf welche Art die beiden anderen der vorher erwähnten Energieformen im Grofsen für die Menschheit dienstbar gemacht werden könnten.

Das Arbeitsvermögen bewegter Luft wird allerdings schon gegenwärtig hier und da verwerthet. In den weiten Niederungen Norddeutschlands und Hollands bemerkt der Reisende nicht selten die charakteristische Erscheinung der Windmühlen, deren Flügel stets dem augenblicklichen Winde zugewendet werden können. Ein gleichmäfsiger unausgesetzter Maschinenbetrieb ist hier natürlich ausgeschlossen. Aber die unregelmäfsig dargebotene Energie des Windes läfst sich aufspeichern. Das geschieht schon jetzt stellenweise durch die so-

genannten Windmotoren. Eine Windmühle treibt ein Pumpwerk, welches aus einem Brunnen, Teich oder Flufs das Wasser in ein höheres Becken hinaufhebt, von wo man es dann herabfliefsen und Wasserräder treiben lassen kann.

Es giebt aber noch eine ganz andere Art der Energieaufspeicherung, nämlich vermittelst des elektrischen Stromes. Und da diese viel besprochen worden ist und wohl auch eine grofse Zukunft hat, so sei sie hier noch auseinander gesetzt. Wir denken uns einen elektrischen Strom gegeben, welcher eine aus zwei schwammig lockeren Bleiplatten und verdünnter Schwefelsäure bestehende Zelle durchfliefst. Unter seiner Wirkung verändern sich beide Platten so, dafs sie sich wie zwei ganz verschiedene Metalle verhalten. Nun weifs man aber, dafs beim Eintauchen von zwei verschiedenen Metallen in eine Säure, und bei Verbindung beider Platten durch einen Schliefsungsdraht, ein elektrischer Strom zu kreisen beginnt. Dasselbe mufs also auch eintreten, wenn man die in obiger Art veränderten beiden Bleiplatten in verdünnte Schwefelsäure taucht. Diese Vorrichtung nennt man einen Akkumulator. Der Akkumulator ist also nichts anderes als eine galvanische Batterie, die bereit ist, eine gewisse Zeit lang einen elektrischen Strom zu liefern. Die Energieform des Stromes aber ist, wie wir wissen, proteusartiger Veränderungen fähig, indem sie aufs leichteste in Wärme oder Licht oder Bewegung (vermittelst Dynamomaschinen) umgesetzt werden kann. — Man benutze also Windmühlen, um Dynamomaschinen zu treiben, und verwerthe den elektrischen Strom zur Formirung von Akkumulatoren! Dann hat man Energie aufgespeichert, jeder Zeit bereit, sich in andere gerade gewünschte Formen zu verwandeln. Es scheint, als müsse es gelingen, auf diesem, freilich der Vervollkommnung noch sehr bedürftigen Wege, im Laufe der Zeit gute Erfolge zu erzielen.

Und nun betrachten wir noch kurz die letzte Zuflucht: „direkte Verwerthung der uns zugestrahlten Sonnenenergie.“ In solchen Gegenden, welche sich längere Zeit hindurch ungetrübten Sonnenscheins erfreuen, mag vielleicht Mouchots Récepteur solaire, der 1878 in der algierschen Abtheilung der Pariser Weltausstellung zu sehen war, nützliche Verwendung finden. Ein Hohlspiegel aus glänzend polirtem Metall hat die Form eines innen spiegelnden Kegels, dessen Oeffnung genau einen rechten Winkel beträgt. Stellt man diesen Kegelspiegel so auf, dafs seine Axe zur Sonne hinzielt, so werden die Strahlen von der Metallfläche sämtlich zur Axe hin reflektirt, und ein hier befindliches cylindrisches Gefäfs voll Wasser erhitzt sich bald so, dafs das Wasser kocht. Es ist klar, dafs auf solche Weise die Sonnenstrahlen einge-

fangen und den Menschen dienstbar gemacht werden können, zumal wenn jener Apparat noch durch ein Uhrwerk getrieben wird, um der Sonne auf ihrem Tageslauf zu folgen. Aber doch erscheint diese Vorrichtung nur wie der erste Keim eines Gedankens, der noch reicherer Entwickelung fähig ist.

Auf solcher oder ähnlicher Grundlage liefse sich aber vielleicht auch in unseren Breiten mit ihrem so häufig unterbrochenen Sonnenschein eine Aufspeicherung der Sonnenenergie erzielen, eine unvollkommene Nachahmung jener Aufspeicherung, welche die gütige Natur selber in der Bildung der Gewächse und der Kohlen und in den unabläfsig emporgehobenen Wasserdünsten besorgt. Hierzu müfste eine Thermosäule Verwendung finden. Viele Streifen von nur zwei verschiedenen Metallen sind abwechselnd zu einem Zickzackbande aneinander gereiht und an den Berührungsstellen verlöthet. Wenn man die beiden Enden des Bandes durch einen Draht verbindet und die eine Zackenart erwärmt, so beginnt ein elektrischer Strom zu kreisen. Es erscheint nun nicht undenkbar, dafs man durch konzentrirte Sonnenstrahlen solche Thermoströme hervorruft und letztere zur Formirung von Akkumulatoren benutzt. Auf diese Weise wäre die unregelmäfsig uns zugestrahlte Energie der Sonne dingfest gemacht, nämlich in schlummernde chemisch-elektrische Energie verwandelt.

Vielleicht könnte man sogar daran denken, die Sonnenwärme zur Destillation zu benutzen, indem man sie unmittelbar oder nach gehöriger Koncentration auf eine gröfsere Wassermenge wirken läfst. Die aufsteigenden Dämpfe müfsten dann in einem höheren Bassin zur Kondensation gebracht werden, damit man durch herabsinkendes Wasser gewünschte Arbeiten leisten lassen könnte. In ähnlicher Weise wird schon jetzt in einer nur mit Salzwasser versehenen Gegend die Sonnenwärme benutzt, um, durch Glasdächer auf das Salzwasser scheinend, Verdampfung zu bewirken. Der reine Wasserdampf schlägt sich dann Nachts in Tropfen an den durch Ausstrahlung abgekühlten Glasscheiben nieder und gelangt, an ihnen entlang fliefsend, in Auffanggefäfse, um nun den Menschen als Süfswassertrunk dienen zu können, denn die Salztheile sind ja nicht mit verdunstet.

Doch die letzteren Betrachtungen und Vorschläge sind bereits bedenklich phantastisch, und, wenn überhaupt, so doch wohl in sehr anderer Gestalt und erst in ferner Zukunft realisirbar.

IV. Schlussbetrachtungen.

Ich eile zum Schlufs! In den anfänglichen Erörterungen über die vorhandenen Kohlenvorräthe ist nur von Europa die Rede gewesen;

nur hier ist der Vorrath in absehbarer Zeit erschöpft. Viel reichlicher scheinen andere Länder mit diesen Schätzen gesegnet zu sein. Die nordamerikanischen Kohlenfelder haben reichlich eine fünfmal so grofse Ausdehnung als die europäischen; ebenso die chinesischen. Die australischen sollen denen Europas gleichkommen. Nun ist es gewifs, dafs für manche Zwecke die Kohlen bei weiten die bequemste Energieform sind und bleiben werden; z. B. für die Verhüttung von Erzen, (für welche gegenwärtig etwa ein Drittheil aller englischen Kohlen dient), für Eisenbahnen u. s. f. Wenn also die Heranziehung der anderen Energieformen, wie geschildert, nicht rechtzeitig und in ausgiebigster Weise gelingt, so sind wir für viele Zwecke auf den käuflichen Erwerb der Kohlen von den damit versehenen Ländern angewiesen. Und dann ist die Befürchtung gewifs gerechtfertigt, dafs die mit jenen „schwarzen Diamanten" begabten Länder infolge dieses Besitzes das arme Europa überflügeln. Auf theure Bezahlung der von auswärts bezogenen Kohlen angewiesen, bleiben wir schwerlich konkurrenzfähig mit jenen bevorzugten Ländern. Was wird dann die Folge sein? Eine Verschiebung der Kultur von Europa weg nach den Kohlenländern; vielleicht eine Völkerwanderung dahin, in Begleitung von Kriegen zur Erkämpfung jener Schätze oder der Länder, die sie bergen.

Vielleicht gelingt es indessen, bei zunehmender Gesittung der Menschheit, noch lange vor solchen wilden Ereignissen die Kohlengewinnung überall wesentlich zu beschränken und schon sehr bald die anderen Formen des Arbeitsvermögens an Stelle der Kohlen eintreten zu lassen. Wenn die ganze Menschheit davon durchdrungen sein wird, dafs die Kohlen ein unersetzliches Kapital sind, dessen sparsamste Verwendung nicht für ein einzelnes Volk, sondern für die ganze Menschheit eine Lebensfrage ist, so kommt vielleicht eine internationale Vereinigung in betreff des Kohlenverbrauchs zu stande, ähnlich wie es schon jetzt einen Weltpostverein giebt, und es wird die Kohlengewinnung und Verwerthung unter internationale Aufsicht gestellt.

Doch wohin irre ich ab? In welche historischen Zukunftsfernen verliere ich mich? Vielleicht vollziehen sich die Ereignisse in ungeahnt anderer Weise, als wir es kurzsichtig jetzt schon vorauszusehen vermögen. Eins aber dürften die angestellten Betrachtungen wohl unwiderleglich lehren, nämlich dafs, trotz tausendfältiger Triumphe des Menschengeistes bei der Dienstbarmachung der Naturkräfte, der sogenannte „Herr der Schöpfung" sich doch schliefslich in vollständigster Abhängigkeit befindet von den natürlichen irdischen Bedingungen, die seinem gesamten Streben unübersteigliche Schranken setzen.



Die deutsche Plankton-Expedition.

Von Admiralitätsrath **Rottok** in **Berlin.**

Ohne Zweifel von hervorragender Bedeutung für die Erforschung der Meere und speziell der biologischen Verhältnisse derselben ist die im letzten Jahre von deutschen Gelehrten ausgeführte, ihres eigenartigen Charakters und Zweckes weges unter dem Namen „Plankton-Expedition“ bekannte Forschungsreise gewesen. Mit Plankton bezeichnete Professor Hensen, der Leiter der Expedition, die unendliche Menge kleiner Thiere und Pflanzen, welche willenlos im Meere umhergetrieben werden. Nachdem derselbe in den letzten Jahren in der Ost- und Nordsee mittelst eines neuen von ihm ersonnenen Verfahrens erfolg- und lehrreiche und im höchsten Grade interessante Untersuchungen über diese kleinen Organismen angestellt hatte, wollte er dieselben auch auf den offenen Ocean ausdehnen. Durch die Gnade Sr. Majestät des Kaisers und die Unterstützung der Königlichen Akademie der Wissenschaften gelang es, die Mittel zu einer 3- bis 4-monatlichen Expedition zu dem beregten Zweck auf dem Atlantischen Ocean zusammenzubringen. Aufser Professor Hensen als Leiter nahmen noch an der Expedition theil die Zoologen Professor Brandt und Dr. Dahl, der Botaniker Dr. Schütt, Professor Fischer als Arzt, der gleichzeitig die Untersuchung der allerkleinsten Formen des Planktons der Meeresbacillen übernahm, für die physisch-oceanographischen Forschungen Professor Krümmel, sämmtlich von der Universität zu Kiel, und schliefslich noch Marinemaler R. Eschke. Nachdem ein geeigneter Dampfer mittlerer Gröfse, der „National“, gemiethet, mit den nöthigen Einrichtungen versehen und mit Apparaten und Instrumenten ausgerüstet war, was durch die bereitwillige Unterstützung des Reichs-Marine-Amts wesentlich erleichtert wurde, verliefs die Expedition unter Geleit des Herrn Kultusministers und Oberpräsidenten der Provinz Schleswig-Holstein am 15. Juli Morgens den Hafen von Kiel, um nach

115-tägiger Fahrt am 7. November wohlbehalten und mit den gewonnenen Resultaten zufrieden dortselbst wieder zurückzukehren.

Genaueres über die Ergebnisse der Expedition darf in kurzem nicht erwartet werden, da die aufserordentlich mühevolle Bearbeitung des biologischen Materials lange Zeit in Anspruch nehmen wird; einen allgemeinen Ueberblick über die Expedition haben wir jedoch jetzt schon den Herren Krümmel und Brandt zu verdanken, welche in der Dezembersitzung der Berliner Gesellschaft für Erdkunde Bericht erstatteten, indem ersterer den allgemeinen Verlauf der Reise schilderte und Professor Brandt die biologischen Forschungen beleuchtete.

Wenn in erster Linie die Aufgabe der Expedition in der Erforschung des Planktons bestand, so mufsten doch auch um die äufseren Lebensbedingungen desselben festzustellen, die physikalischen Eigenschaften des Meeres mit in den Bereich der Untersuchungen gezogen werden; Lothungen, Temperaturmessungen, Bestimmung des Salzgehaltes, der Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers und der Meeresströmungen, verbunden mit regelmäfsigen meteorologischen Beobachtungen bildeten einen wesentlichen Bestandtheil der Arbeiten.

Für die Tieflothungen war vom Reichs-Marineamt eine Sigsbeesche Lothmaschine zur Verfügung gestellt, für die Temperaturmessungen 8 Umkehrthermometer; zur Feststellung des Salzgehaltes war von Professor Abbe in Jena ein besonderes Refraktometer konstruirt und der Expedition mitgegeben, welches den Salzgehalt des Wassers mittelst des Brechungsexponenten zu bestimmen gestattete; aufser diesem dienten die gewöhnlichen Instrumente, Aräometer und die chemischen Apparate zur Bestimmung des Chlorgehaltes, diesem Zwecke. Die Farbe des Wassers wurde bestimmt nach einer von Professor Forel aufgestellten Farbenskale; die Durchsichtigkeit des Wassers wurde durch eine in die Tiefe versenkte weifse Segeltuchscheibe festgestellt.

Die ersten Tage der Reise in der Ost- und Nordsee dienten zur Aufstellung und Ordnung der Apparate und anderen Vorbereitungen. Erst westlich von Schottland — der Kurs wurde auf Kap Farvel genommen — begannen die eigentlichen Arbeiten; von da ab wurde regelmäfsig 2-mal am Tage in 200 und 400 m Tiefe Plankton gefischt, und die übrigen Beobachtungen, soweit Zeit und Verhältnisse es gestatteten, ausgeführt. Die ersten Tieflothungen wurden am 19. und 22. Juli in 58° 57′ N. Br., 8° 35′ W. Lg. und 60° 10′ N. Br., 22° 56′ W. Lg. gemacht und ergaben Tiefen von 1523 und 2406 m. Am 25. Juli Abends machte sich die Annäherung an die Küste von Grönland und den Ostgrönlandstrom bemerkbar durch die fallende Temperatur und

die dunkelgrüne Färbung des Wassers, welche gegen das schöne Blaugrün westlich von Schottland auffallend kontrastirte. Schon am folgenden Tage befand sich das Schiff im Treibeis; die Thermometer zeigten eine anomale vertikale Wärmeschichtung; während die Temperatur an der Oberfläche 3,0° betrug, stieg sie in der Tiefe von 200 m auf 6,6°.

Eis, Nebel, zunehmender Wind und See liefsen ein weiteres Vordringen nach Norden und Westen nicht räthlich erscheinen. Vor einem kräftigen Nordweststurm lief das Schiff mit beschleunigter Fahrt nach Süden. Im Labradorstrom, welcher am 28. Juli erreicht wurde, passirte man mehrere Eisberge, das Wasserthermometer fiel von 12,3° auf 9,6°. Nachdem die Neufundland-Bank in dem dort vorherrschenden Nebel passirt war, gaben am 2. August die höhere Temperatur der Luft und des Wassers und der stärkere Salzgehalt des letzteren zu erkennen, dafs das Schiff sich im Golfstrom befand. Denselben durchquerend wurde auf die Bermuda-Inseln zugesteuert, um hier Proviant und Kohlen aufzufüllen. Nach 4-tägigem Aufenthalt im Hafen von St. Georges ging es durch die Sargassosee und den nordafrikanischen Strom den Kapverdischen Inseln zu. Die Sargassosee zeichnete sich aus durch eine überraschende Armuth an Thieren und die auffallend grofse Durchsichtigkeit des schön blauen Wassers, die Planktonnetze blieben bis auf 40 m Tiefe sichtbar, die Segeltuchscheibe bis zu 58 und 66 m; es sind dies die gröfsten bis jetzt beobachteten Sichttiefen. Auch die gröfsten Tieflothungen während der Expedition wurden in diesem Theile des Oceans gemacht, Tiefen von 5670 und 5250 m. in 28° 56′ N. Br., 34° 58′ W. Lg. und 31° 29′ N. Br., 59° 0′ W. Lg. Am 27. August wurde der Hafen der Kapverdischen Insel St. Vincent angelaufen, von dort wurde weiter über Potro Praya nach Ascension gedampft, und nach kurzer Rast vor letzterer Insel bei Fernando Noronha vorbei nach Pará in Brasilien. Die Absicht von hier den Amazonenstrom zu befahren, um das Plankton eines grofsen Tropenflusses zu studiren, wurde durch das Auflaufen des Schiffes auf eine Sandbank vereitelt, ein zweiter Versuch mufste aus Mangel an Zeit aufgegeben werden. Nachdem das Schiff in Pará wieder in stand gesetzt und von neuem ausgerüstet war, wurde am 7. Oktober die Heimreise angetreten, die nur durch ein wegen einer Maschinenreparatur nothwendiges Anlaufen des Hafens von Ponta Delgado auf den Azoren unterbrochen wurde.

Nach den Berichten der vorgenannten Mitglieder der Expedition, der Professoren Krümmel und Brandt, darf der Verlauf und die Aus-

beute der Expedition als durchaus zufriedenstellend bezeichnet werden, wenn auch die Zeit für ein derartiges Unternehmen sehr knapp bemessen und viele Beobachtungen mehr als wünschenswerth beschränkt werden mufsten. Der Hauptzweck der Expedition, die Bestimmung der quantitativen und qualitativen Verbreitung des Planktons ist erreicht worden; die Tiefseeforschungen, sowohl die geophysischen wie die geologischen, mufsten allerdings des grofsen Zeitaufwandes wegen, welchen dieselben erfordern, sehr eingeschränkt werden. Die Planktonzüge wurden deshalb in der Regel auch nur bis auf Tiefen von 200 bis 400 m. ausgedehnt.

Das für gewöhnlich zu der Planktonfischerei benutzte Netz bestand aus dem trichterförmigen Aufsatz, dem eigentlichen Netz und dem unten angehängten Eimer. Der erstere bestand aus dichtem Zeug, das eigentliche Netz aus feiner Seidengaze von 0,05 mm Maschenweite; Einsätze von demselben Stoffe befanden sich im Eimer, so dafs auch hier ein Austreten des Wassers möglich war. Das Netz wurde in eine bestimmte Tiefe hinabgelassen und dann senkrecht in die Höhe gezogen, so dafs eine Wassersäule von bekannter Ausdehnung durchfiltrirt wurde, und alle Organismen im Netz zurückblieben. Nachdem das Netz über Wasser befindlich, wurde alles, was am Seidenzeug noch haften geblieben, in den Eimer gespült, der Eimer abgenommen, sein Gehalt durch einen Filtrator möglichst vom Wasser befreit, um dann weiter konservirt und bestimmt zu werden.

Die gesamte organische Substanz des Meeres setzt sich nach Hensen zusammen aus den Nahrungskonsumenten (Thieren) und den Nahrungsproducenten (Urnahrung). Zur Urnahrung rechnen alle diejenigen chlorophyllführenden Wesen, welche selbst vermöge ihrer Chlorophyllkörper die zu ihrem Aufbau nöthigen organischen Stoffe zu bilden vermögen. In der Ost- und Nordsee wird dieselbe hauptsächlich aus Diatomeen und Peridineen gebildet, im Ocean kommen noch Faden- und Zellenalgen hinzu. Als Beispiel von der unendlichen Menge, in welcher diese kleinen Organismen das Meer bevölkern, möge dienen, dafs in der Ostsee bei einer Zählung von einer Gattung der Diatomeen (Chaetoceros) in einem Kubikmeter 45 Millionen Stück gefunden wurden; jeder Tropfen Ostseewasser enthält einige Diatomeen. Eine Million dieser Wesen enthält nach Hensen 0,03 gr organischer Substanz.

Aus einer vorläufigen Schätzung des auf der Expedition gesammelten Materials von Plankton im offenen Ocean — mit dem oben beschriebenen Planktonnetze sind etwa 140 Züge gemacht worden — geht hervor, „dafs der Ocean sehr viel ärmer an Plankton ist, als die

Ost- und Nordsee. Nur in den nördlichen, kälteren Regionen des Atlantischen Oceans fand sich eine ähnliche Menge von Organismen wie an unseren Küsten. Diese Thatsache ist um so auffallender, als an der mächtig strahlenden Tropensonne eine reichere Erzeugung belebter Substanz zu erwarten war, als von dem schwächeren und spärlicheren Sonnenlicht des Nordens.“ Ebenso war das Sargassomeer viel weniger von Organismen belebt, als seine Umgebung. Genauere Angaben über die Verbreitung des Planktons werden sich erst nach Jahren machen lassen; nach Professor Brandts Berechnung würde die Bestimmung der Organismen einen einzelnen Bearbeiter bei täglich 8-stündiger Arbeitszeit volle 6 Jahre in Anspruch nehmen.

Um neben den kleinen Organismen auch gröfsere Thiere zu gewinnen, wurde ein Netz von grofser Ausdehnung aus weitmaschiger Seidengaze gebraucht. Leider ging dasselbe auf der Neufundlandbank verloren und einem zweiten aus Bordmitteln hergestellten ähnlichen Netze konnte nicht dieselbe wünschenswerthe Ausdehnung gegeben werden. 86 Züge wurden mit diesen Netzen gemacht; dieselben wurden gewöhnlich bis in eine Tiefe von 400 m hinabgelassen und dann senkrecht aufgeholt.

Zur Bestimmung der Verbreitung der Organismen in vertikaler Richtung gelangte noch eine dritte Art von Netzen, das Schliefsnetz, zur Verwendung. Dasselbe wurde geschlossen bis in die gewünschte Tiefe versenkt, es öffnete sich selbstthätig beim Heraufziehen, um sich aber bei einer bestimmten Tiefe wieder zu schliefsen. Die mit diesem Netze ausgeführten etwa 40 Vertikalzüge liefsen erkennen, dafs noch in sehr bedeutenden Tiefen lebende Organismen vorkommen, wenn auch in viel geringerer Zahl als in den oberen Wasserschichten. Mit der Tiefe nahm nicht nur die Menge der Individuen, sondern auch die Anzahl der Thierarten rasch ab. Die bisherige Annahme, dafs in einer Tiefe von über 200 Faden (c. 400 m) kein pflanzliches Leben mehr angetroffen wird, wurde durch die Fänge des Schliefsnetzes widerlegt. Bei fünf Zügen wurden aus einer Tiefe von 1000—2200 m zahlreiche lebende Exemplare einer kleinen Meeresalge, Halosphaera viridis, an die Oberfläche befördert.

Auf die Oberflächenfischerei und das Fischen mit Horizontalnetzen wurde verhältnifsmäfsig nur wenig Zeit und Arbeit verwandt; als Geräthe wurden dazu Kätscher, ein von Hensen konstruirtes Cylindernetz und Schwebenetze benutzt. Trotz der geringeren Aufmerksamkeit, welche man diesem Zweige der Forschung widmen konnte,

wurde auch hierbei, besonders im Sargassomeer, ein reiches und interessantes Material gewonnen.

Es würde zu weit führen, an dieser Stelle auf weitere Details einzugehen, dies kurze Referat wird genügen, um einen Ueberblick über die Thätigkeit der Expedition zu geben und die Ueberzeugung zu schaffen, dafs durch deutschen Fleifs und Scharfsinn Erfolge erzielt sind, von denen wir gewichtige Aufschlüsse über das Leben des Meeres erwarten dürfen.



Sternenstrahlung und Temperatur des Weltraums.

Einen höchst beachtenswerthen, wenn auch rein negativen Beitrag zur Frage nach derjenigen Wärmemenge, welche die Erde durch die Strahlung der Gestirne mit Ausschlufs der Sonne empfängt, hat Dr. Maurer im Januarheft der „Meteorologischen Zeitschrift“ geliefert. Das wesentliche Resultat dieser Untersuchung liegt in der Erkenntnifs, dafs die in vielen Lehrbüchern nach Pouillets Messungen zu — 142° C. angegebene sog. Temperatur des Weltraumes in Wahrheit bis zur Stunde eine völlig unbekannte Gröfse ist, und dafs die Aussicht auf eine wissenschaftliche und unanfechtbare Ermittlung dieser Temperatur, welche eine der Sternenstrahlung ausgesetzte, die Wärme völlig absorbirende Masse ohne Atmosphäre an der Stelle der Erde annehmen würde, auch für die Folgezeit eine äufserst geringe ist. Pouillets Ableitungen beruhen auf ganz ungenügenden physikalischen Grundlagen und auf Beobachtungsresultaten über die sogenannte „Solarkonstante“, welche durch neuere Bestimmungen in wesentlicher Weise modificirt worden sind. Eine einwurfsfreie Bestimmung der gesamten Wärmestrahlung seitens der Gestirne würde die Kenntnifs sowohl der mittleren Temperatur unserer Atmosphäre, als auch ihrer Fähigkeit die dunklen Wärmestrahlen zu verschlucken, voraussetzen. Die Temperatur der Luft ist uns aber in einem gegebenen Augenblicke stets nur für die untersten Schichten bekannt und ein Gesetz für die Aenderung der Temperatur mit der Höhe ist nicht nur nicht bekannt, sondern allem Anschein nach auch gar nicht vorhanden. Ebenso sind aber auch für den Transmissionscoëfficienten der Luft, bezogen auf ihre eigene Strahlung, noch keine zuverlässigen Werthe auf dem Wege der sicheren Beobachtung ermittelt. Dr. Maurer fafst das Ergebnifs seiner Untersuchung in dem Satze zusammen: „Alles deutet darauf hin, dafs die Energiemenge, welche uns aus dem interplanetaren Raume vermöge

der Radiation von Körpern hoher und niedriger Temperatur zugestrahlt wird, jedenfalls und namentlich im Vergleich zur Sonnenwärme und zur eigenen Strahlung der Atmosphäre, von der sie gar nicht zu trennen, ganz belanglos ist. — Der Beweis, dafs die Sternenstrahlung eine beträchtliche ist und folglich jene sogenannte „Temperatur des Weltraumes" relativ hoch über dem absoluten Nullpunkt liegt, dieser Beweis müfste erst noch geliefert werden und zwar durch ganz andere Mittel, als seit den Zeiten Pouillets beigebracht worden sind."

F. Kbr.



Zur Theorie der veränderlichen Sterne liefert Dr. Wilsing in No. 2960 der „Astronomischen Nachrichten" einen sehr beachtenswerthen Beitrag, in welchem zunächst durch eine eingehendere Rechnung nachgewiesen wird, dafs die Consequenzen, welche sich aus den Vogelschen Elementen für das Algol-System[1]) ergeben, zu keinem Widerspruch mit den beobachteten Erscheinungen führen, sofern sich nämlich alle Eigenthümlichkeiten der die Helligkeitsschwankungen des Algol darstellenden Lichtkurve durch Annahme nur solcher Hypothesen erklären lassen, welche auch für die Sonne Gültigkeit haben. Es können auf Grund dieser Untersuchung die Schwierigkeiten, welche sich dem interessanten Resultate der spektrographischen Forschung entgegenstellten, als im wesentlichen beseitigt gelten. Wilsing zeigt nämlich, dafs die Helligkeitsschwankungen des Systems, welche durch die Phase des von dem sehr nahen Hauptkörper intensiv beleuchteten Begleiters einerseits und durch die infolge der starken Fluthwirkung auftretende Abweichung des Hauptsternes von der Kugelgestalt andererseits erzeugt werden können, weniger als $^2/_{100}$ Gröfsenklassen ausmachen und sonach durch die Beobachtungsfehler verdeckt werden müssen.

Die Constanz der Helligkeit des Systems während der ganzen Periode, aufser während des Vorüberganges des Begleiters vor dem Hauptstern (in der unteren Conjunktion), ist sonach ausreichend erklärt, sofern nur das vom Begleiter ausgesandte Licht weniger als $^1/_{50}$ von dem des Hauptsterns beträgt, sodafs die Bedeckung des Begleiters nicht wahrgenommen werden kann. Die Gestalt des variablen Theils der Lichtkurve läfst sich dann mit völlig zufriedenstellender Genauig-

[1]) Vgl. Himmel und Erde II. S. 239.

keit auf Grund folgender Annahmen ableiten: Beide Körper sind von Atmosphären umgeben, welche bewirken, dafs ganz ähnlich wie bei der Sonne die Helligkeit am Rande nur etwa $^7/_{10}$ von der Helligkeit in der Mitte der Scheibe beträgt, und welche ferner 0,435 von dem Sternenlicht verschlucken, was bei der Höhe von 54 000, resp. 42 000 Meilen eine im Verhältnifs zur Erdatmosphäre ungemein geringe, mit der der Sonnencorona etwa vergleichbare Dichte jener Hüllen bedingt. Die Abweichungen in der Gestalt der Lichtkurve vor und nach dem Helligkeitsminimum erklären sich endlich durch die Annahme einer Excentricität der Bahn von 0,011 bei einer Länge des Periastrons von 245°.

Im Anschlufs an diese Untersuchung des Algolsystems lenkt Dr. Wilsing die Aufmerksamkeit auf eine bisher weniger beachtete, von Klinkerfues herrührende Hypothese über die Ursache des Lichtwechsels einer Gruppe von Veränderlichen. Ein nicht unbeträchtlicher, periodischer Helligkeitswechsel kann nämlich durch die Ebbe- und Flutherscheinungen hervorgerufen werden, welche durch die gegenseitige Anziehung sehr naher, optisch nicht trennbarer Doppelsterne in deren Atmosphären erzeugt werden müssen. Diesem geistvollen Erklärungsversuch stand bisher entgegen, dafs die Existenz genügend eng bei einander stehender Doppelsterne noch nicht erwiesen war und als unwahrscheinlich galt. Im Algolsystem, bei welchem nach Vogel die Halbachse der Bahn nur 700 000 Meilen lang ist, ist nun aber ein derartig enges Paar gefunden, bei welchem unter der Annahme einer atmosphärischen Umhüllung, die in beträchtlicherem Mafse das Licht absorbirte, durch die Fluthwirkungen eine Helligkeitsschwankung von mehr als einer Gröfsenklasse erzeugt werden könnte. Im besonderen scheint nach Wilsing die Klinkerfuessche Hypothese mit Erfolg auf einige Erscheinungen neuer Sterne aus letzter Zeit[2]) anwendbar, bei denen die spektroskopische Untersuchung ein deutliches continuirliches Spektrum erkennen liefs, sodafs die Erklärung des Aufleuchtens allein aus dem Hervorbrechen glühender Gasmassen nicht gut angängig ist. Wilsing nimmt dabei an, dafs in der dichten Atmosphäre des Sterns durch die Anziehung eines in sehr excentrischer Bahn ihn umlaufenden Begleiters eine gewaltige Fluthwelle erzeugt wird, welche einerseits die leuchtende Sternoberfläche freilegt und andererseits auch das Hervorbrechen glühender Gasmassen aus dem Innern begünstigen wird. — Wie wir aus diesen

[2]) Neuer Stern im Schwan von 1877, und neuer Stern im Andromedanebel von 1885.

interessanten Forschungen erkennen, baut sich sonach auf Grund der vortrefflichen Forschungsmethoden der Astrophysik in Verbindung mit der mathematischen Analyse eine Astronomie des Unsichtbaren auf, welche uns durch die Kraft des menschlichen Scharfsinns Entfernungen zu überspringen gestattet, denen gegenüber die bloſse vergröſsernde Kraft der Fernrohre allein für alle Zeiten völlig machtlos bleiben würde. Dr. F. Koerber.



Astronomical Society of the Pacific.

Die im Februar des vorigen Jahres in San Francisco gegründete astronomische Gesellschaft erfreut sich einer sehr eifrigen wissenschaftlichen Mitwirkung seitens der Lick-Sternwarte. Die Beiträge zu dem eben vorliegenden, fünf Hefte umfassenden ersten Bande der Gesellschaftsschrift (Publications of the Astron. Soc. of the Pacific vol. I, San Francisco 1889) rühren so ziemlich alle von Mitgliedern des Lick-Observatoriums her, und es gewährt uns hohe Befriedigung zu sehen, wie eine einzige astronomische Anstalt vermöge ihrer günstigen Lage, der Gröſse ihrer instrumentellen Mittel und namentlich des Eifers ihrer Angestellten, im stande ist, allein durch ihre eigenen Arbeiten schon den Bestand der Schrift zu sichern und deren geistigen Centralisationspunkt zu bilden. Aus dem reichen Inhalte des Bandes heben wir einiges hier hervor. Von gröſseren Artikeln sind namentlich zwei Arbeiten zu erwähnen, „über die photographische Helligkeit der Fixsterne“ (von Schaeberle) und „über Jupiterbeobachtungen an einem 5 Zoll-Refraktor 1879—1886“ (von Barnard). Der letztere Artikel enthält interessante Details über eigenthümliche, von Barnard an der Jupiteroberfläche bemerkte Veränderungen, besonders über das Auftauchen eines neuen Streifens auf der Nordhemisphäre 1880 und 1881, ferner über die Bildung einer Bucht bei dem „rothen Fleck“ im südlichen Aequatorealstreifen, über das Verhalten der Bewegungen des rothen und weiſsen Jupiterfleckens u. dgl. Die kleineren, zahlreichen Mittheilungen der fünf Hefte beziehen sich hauptsächlich auf Arbeiten des Lick-Observatoriums. Besonders bemerkenswerth ist hier die am Morgen des 2. November 1889 von Barnard am 12-Zöller ausgeführte Beobachtung der überaus seltenen Verfinsterung eines Saturnmondes, des Japetus, durch die Saturnkugel und den Ring. Dieses Phänomen (in „Himmel und Erde“ II. Jahrg. Heft 1 angezeigt) konnte auf dem Lick-Observatorium nur zum Theil wahrgenommen werden und zwar das Wieder-

hervortreten des Japetus aus dem Schatten der Saturnkugel, der Durchgang durch den Halbschatten des Nebelringes (inneren Bondschen Ringes) bis zum Eintritt in den Schatten des hellen Ringes. Beim Erscheinen aus dem Schatten war Japetus so hell wie die Monde Tethys oder Enceladus, mit welchen er zu wiederholten Malen verglichen wurde. Dann, beim Durchgang durch den Nebelring, nahm die Helligkeit ein wenig, später, je näher der Satellit an den hellen Saturnring gelangte, sehr rasch ab. Barnard schliefst aus seiner Beobachtung, dafs der Nebelring jedenfalls viel vom Lichte der Sonne durchlasse, also seine Consistenz sehr wahrscheinlich eine wenig dichte sein dürfte. — Den Anstofs zur Bildung der kalifornischen astronomischen Gesellschaft hat die mit allgemeiner Theilnahme der Gebildeten Nordamerikas verfolgte totale Sonnenfinsternifs vom 1. Januar 1889 gegeben. Seitdem hat das Interesse für die Astronomie in Kalifornien grofsen Aufschwung genommen und zu der Lick-Sternwarte und einigen anderen schon bestehenden Observatorien wird sich wahrscheinlich bald die Aufstellung eines neuen Riesen-Instrumentes auf dem Wilson-Peak gesellen.



Bujis Ballot †.

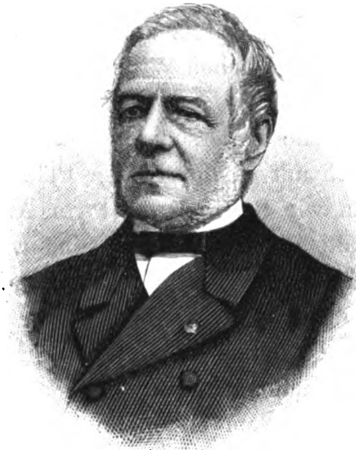
Am 3. Februar 1890 schied nach mehr als 40-jähriger, von reichstem Erfolge gekrönter Forscherthätigkeit der auch in weiteren Kreisen berühmte Meteorologe aus der Reihe der Lebenden als ein Opfer der Influenza.

Christoforus Henricus Diedericus Bujis Ballot war am 10. Oktober 1817 in Kloetinge, Prov. Zeeland (Niederlande) geboren; seine früh ausgesprochene Neigung zur Beschäftigung mit der Natur führte ihn zum Studium der Naturwissenschaften, welchem er sich an der Universität zu Utrecht widmete. Im Jahre 1844 wurde er Lector der Physik und Chemie daselbst, wurde 1847 ebenda Professor der Mathematik und später der Experimentalphysik, bis er im Jahre 1887, dem an holländischen Universitäten geltenden Gesetz entsprechend, als Siebzigjähriger seine Lehrthätigkeit niederlegte.

Er trat 1842 zuerst mit einer Abhandlung über einen Gegenstand der Chemie an die Oeffentlichkeit, bald überwog jedoch das Interesse für Meteorologie derart, dafs alles, was er seit 1847 publizirte, ausschliefslich der Förderung dieser Wissenschaft gewidmet war. Ein grofser Theil seiner Arbeiten erschien in deutschen Zeitschriften,

namentlich in Poggendorffs Annalen; auch die „Fortschritte der Physik", herausgegeben von der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin, haben sich lange seiner intensiven Mitarbeiterschaft zu erfreuen gehabt.

Nachdem Bujis Ballot in Utrecht schon seit 1847 an einer eignen Wetterwarte meteorologische Beobachtungen angestellt hatte, wurde er 1854 zum Direktor des neu begründeten Kgl. Niederländischen Meteorologischen Instituts berufen, und ihm hierdurch Gelegenheit geboten, die neue Bahn einzuschlagen, welche er schon in früheren Arbeiten als diejenige bezeichnet hatte, auf welcher allein ein erheblicher Fortschritt der Meteorologie zu erwarten wäre.



Bujis Ballot.

Dieses neue Verfahren, jetzt als „synoptische Meteorologie" allgemein bekannt, trug ihm selbst nach kurzer Anwendung die schönste Frucht. Nachdem er für einen Theil von Europa die gleichzeitigen Beobachtungen möglichst vieler Stationen, namentlich die des Luftdrucks, des Windes, der Lufttemperatur u. s. w. längere Zeit hindurch von Tag zu Tag in Karten eingetragen hatte, um die tägliche Veränderung des Wetters übersichtlich darzustellen, konnte er schon 1857 das „barische Windgesetz" aussprechen, welches den Zusammenhang zwischen Luftdruck und Windrichtung darstellt, und in weiterer Ausführung desselben die Regeln aufstellen, welche als „Gesetz von Bujis Ballot" Aufschlufs geben über die Luftbewegungen in Gebieten niederen und höheren Luftdrucks. Diese Gesetze beherrschen die neuere Meteorologie; die Kenntnifs derselben liefs den Versuch nicht

mehr als aussichtslos erscheinen, das kommende Wetter für kurze Zeiträume mit grofser Wahrscheinlichkeit vorherzusagen, eine Möglichkeit, an die ein Alexander von Humboldt noch nicht zu denken gewagt hatte.

So wurde Bujis Ballot einer der Begründer der praktischen Meteorologie, welche die Beobachtungen und daraus abgeleiteten Erfahrungen für die Zwecke der täglichen Prognose nutzbar zu machen bemüht ist. Ihm verdanken wir vor allem die klare Unterscheidung von Klima und Wetter, von dem allgemeinen, nur in Durchschnittswerthen zu erfassenden meteorologischen Charakter eines bestimmten Ortes oder Areales der Erdoberfläche und dem täglich wechselnden, zunächst scheinbar durch kein Gesetz zu ergründenden Wetter. Der Verfolgung dieses Problems, Gesetz und Klarheit in die unberechenbaren Veränderungen der täglichen Witterung zu bringen, waren viele seiner Arbeiten gewidmet.

Da aber eine solche Untersuchung nur durch das Zusammenwirken vieler Stationen auf einem grofsen Flächenraum Resultate erwarten liefs, so finden wir Bujis Ballot von Anbeginn an eifrig bemüht auf internationale Vereinbarungen hinzuwirken, durch welche allein das nöthige grofse Arbeitsfeld gesichert werden kann. Seine Bestrebungen blieben auch nicht ohne Erfolg — der Anblick der täglichen Wetterkarte ist der beste Beweis für denselben. Das Zustandekommen der internationalen Meteorologen-Kongresse erfüllte ihn mit lebhafter Freude, bei dem ersten im Jahre 1873 wurde er zum Präsidenten desselben gewählt, und noch im Jahre 1889 betheiligte er sich an der allgemeinen Versammlung der deutschen meteorologischen Gesellschaft.

Ferner stellte er umfangreiche Untersuchungen über den Einflufs des Mondumlaufes und der Rotation der Sonne auf das Wetter an, und benutzte hierzu Beobachtungsreihen von über 100-jähriger Dauer — er fand, dafs je längere Zeiträume untersucht werden, die Mondperiode immer mehr sich der geraden Linie nähert, dafs also ein Einflufs des Mondes in Wirklichkeit nicht merklich ist, dafs jedoch eine Abhängigkeit von der Sonnenrotation, wenn auch in kleinem Betrage, thatsächlich existirt.

Wir finden ihn auch im Gebiete der maritimen Meteorologie erfolgreich thätig, seine Untersuchung der Segelrouten holländischer Schiffe nach Indien vermochte eine Abkürzung des Weges um mehrere Tage herbeizuführen, die Einführung der telegraphischen Sturmwarnungen in holländischen Hafenstädten war sein Werk.

Persönlich war **Bujis Ballot** ein Mann von gewinnender Herzensgüte und liebenswürdigstem Wesen, welches in Verbindung mit einer bewundernswerthen Bescheidenheit einem Jeden, der auch nur vorübergehend mit ihm in Berührung gekommen ist, mit der Erinnerung an den verdienstvollsten Meteorologen dieses Jahrhunderts zugleich die an einen guten und edlen Menschen wachruft.



Falbsche Theorie; Statistik und politische Ereignisse.

Seit dem Abschlusse des Aufsatzes „Die Californischen Erdbeben 1850—88 in ihrer Beziehung zu den Finsternissen" (Himmel und Erde, März- und Aprilheft) habe ich mich mit der californischen Erdbebenreihe zum Zwecke der Prüfung der Falbschen Theorie noch weiter beschäftigt und statistische Ermittelungen betreffs des Zusammenhanges der Fluthfaktoren mit den Beben vorgenommen. In dieser Reihe müfsten sich, auch wenn sie nur 38-jährige Aufzeichnungen umfafst, doch wenigstens einige für die Falbsche Lehre sprechende Ergebnisse bei Betrachtung der „starken" Fluthkonstellationen deutlich zeigen, falls solche Beziehungen überhaupt vorhanden sind. In dem Beobachtungsmaterial aus einem so erdbebenreichen Lande wie Californien, wo die Erdbeben zu allen möglichen Zeiten und in verschiedenartigster Stärke auftreten, können die Falbschen Gesetze nicht ganz verwischt sein und müfsten mindestens in groben Umrissen zu Tage treten, wenn die Natur thatsächlich sich den Falbschen Prophezeiungen gemäfs verhalten würde.

Ich habe zur Ableitung dieser Resultate für jedes der einzelnen im Holdenschen Kataloge angeführten Erdbeben die in der Nähe befindlichen Fluthfaktoren aufgesucht und die einzelnen Kombinationen dieser Faktoren an den Beben geprüft. — Zunächst existiren zwischen 1850—88 die folgenden „sehr" kritischen Tage, bei welchen 4 und mehr Fluthfaktoren nahe zusammentraten und welche, der Falbschen Theorie nach, unter jeder Bedingung von Beben hätten begleitet sein müssen. Thatsächlich verhielten sich die Dinge wie folgt:

Kritische Tage	Erdbebenmeldung am	Kritische Tage	Erdbebenmeldung am
1855 Okt. 23—25.	27. leichter Stofs,	1865 April 24.—25.	26. scharfer Stofs,
1856 April 4.	6. scharfer „	„ Okt. 4.	3. u. 5. Stöfse,
„ Okt. 13.	keine Meldung,	1866 März 16.	keine Meldung,
1857 März 25.	23. leichter Stofs,	„ April 15.	„ „
1860 Febr. 7.—8.	9. „ „	1867 März 20.	„ „
1861 Dezbr. 31.	keine Meldung,	1868 Aug. 18.—20.	„ „

Kritische Tage	Erdbebenmeldung am	Kritische Tage	Erdbebenmeldung am
1873 Nov. 4.	5. Stofs,	1882 März 18.—21.	16. leicht,
1874 April 15.—16.	keine Meldung,	1883 Mai 3.—6.	keine Meldung,
„ Okt. 25.	„ „	1884 März 26.—29.	25. scharfer Stofs,
1875 April 6.	„ „	1885 Sept. 6.—9.	keine Meldung,
1876 März 25.	25. 2 leichte Stöfse,	„ „ 24.	„ „
1877 Febr. 27.—28.	keine Meldung,	1886 März 18.—21.	„ „
„ Aug. 9., 10.	„ „	„ Aug. 29.—31.	„ „
„ Sept. 6.—8.	7. ein Beben,	1887 Febr. 22.—25.	„ „
1878 Febr. 17.—19.	keine Meldung,	„ Aug. 18.—22.	17., 19. leicht.
1880 Dezbr. 31.	1. Jan. Beben,		

Man kann also unter den 31 überaus kritischen Tagen, die sich während 1858—88 ereignet haben, unter den 1000 Erdbeben mit Mühe 8 Tage mit ganz leichten und 5 mit schärferen Stöfsen finden; aufsergewöhnlich stärkere Beben fallen auf keinen dieser Tage und grofse Erdbeben sind an denselben überhaupt nicht in Californien passirt. Hoffen wir also, dafs irgendwo anders einige vorgefallen sind; es werden sich schon einige auftreiben lassen.

Gehen wir von der Kombination von 4 Fluthfaktoren auf 3 zurück, nämlich auf die ebenfalls noch sehr „starken“ Konstellationen „Perigaeum, Voll- oder Neumond, und Aequatorstand“, bei welchen Erdbeben vorgefallen sind, so ergiebt der Holdensche Katalog unter 820 für solche Vergleichung brauchbaren Erdbeben nur 49 Fälle, das heifst nur 6 Prozent der Gesamtsumme. Unter diesen 49 Fällen waren 21 leichteste Stöfse, 25 mehrfache Stöfse oder je ein schärferer, und 3 sehr scharfe. Eine wahrlich recht klägliche „Bestätigung“! Ich bemerke dazu noch ausdrücklich, dafs ich bei dieser und der vorhergehenden Untersuchung betreffs des Zusammenfallens der Fluthfaktoren mit den Erdbeben einen Spielraum bis zu 6 Tagen zugestanden habe, eine wohl hinreichende Liberalität.

Noch mifslicher nimmt sich die Falbsche Theorie aus, wenn man, wie es von rechtswegen allein richtig wäre, völlige Schärfe für das Zusammenfallen der Fluthfaktorentage mit den Erdbebentagen fordert, also keinen Spielraum gestattet; denn hierdurch bricht man der mit so bequemen „Vor- und Nachwirkungen“ arbeitenden Theorie die Spitze ab und durchschneidet den Spekulationen ohne weiteres die Lebensader. In diesem Falle liefern die obigen 820 Erdbeben folgendes Resultat: es fielen vor

4 Prozent bei Erdnähe,
4 „ „ Erdferne,
4 „ „ Vollmond,
3.4 „ „ Neumond,

6.3 Prozent bei Aequatorstand,
2.6 „ beim ersten Viertel,
2.7 „ „ letzten „

Der Leser mag jetzt mit sich selbst zu rathe gehen, was von der Falbschen Theorie zu halten ist.

Am Schlusse meines früheren Artikels machte ich darauf aufmerksam, dafs bei wissenschaftlichen Untersuchungen eine ganz besondere Vorsicht geübt werden müsse, wo es sich darum handelt, aus Beobachtungsmaterialien eine etwaige periodische Natur der Erscheinungen zu erkennen, d. h. ihre in bestimmten Zwischenräumen gesetzmäfsig erfolgende Wiederkehr nachzuweisen. Dazu müsse vor allem das Material völlig ausreichend sein, sonst liefsen sich Perioden ausfindig machen, welche nichts weiter als Selbsttäuschung und Irreführung anderer bedeuten. Ich werde deshalb jetzt beweisen, wie man bei der californischen Erdbebenreihe eine Periode auskünsteln kann, die gar nicht mit dem Umlauf des Mondes, also mit „kritischen Tagen“ zusammenhängt, sondern an ein mehrjähriges eigenthümliches Zeitintervall geknüpft ist, welches in einer gewissen Beziehung zu der bekannten $11^{1}/_{9}$jährigen Sonnenfleckenperiode steht. Ich nehme zu diesem Ende für jedes Jahr die Zahl der gemeldeten californischen Erdbeben vor. Die erste Kolumne der folgenden Aufstellung enthält die Jahreszahlen, die zweite die in diesen Jahren stattgehabten starken Neu- und Vollmonde (durchaus solche, wo mindestens drei Fluthfaktoren zusammentrafen), die dritte die Zahl der gemeldeten Beben. In der vierten und fünften Kolumne finden sich Zahlen, welche nach einem in solchen Fällen öfter angewendeten Verfahren gerechnet sind, wo man eine Beobachtungsreihe auf vermuthliche Periodizität untersuchen will: man bildet mehrjährige arithmetische Mittel der Angaben und sucht deren Unterschiede gegen das Gesamtmittel; zeigen diese Unterschiede einen regulären Gang, so involvirt die Reihe meist eine Periodizität.[1])

	Zahl der starken Neu- und Vollmonde	Zahl der Erdbeben	Fünfjährige Mittel	Abweichung vom Gesamtmittel
1850	2	8		
51	6	16		
52	7	13	17.8	— 4.4
53	5	26	20.4	— 1.8
54	1	26	23.2	+ 1.0
1855	4	21	27.0	+ 4.8 *
56	8	30	24.2	+ 2.0
57	7	32	24.0	+ 1.8
58	4	12	24.0	+ 1.8
59	5	25	21.6	— 0.6
1860	8	21	18.2	— 4.0 *
61	7	18	19.4	— 2.8

[1]) Der Leser findet z. B. eine Anwendung dieses Verfahrens in dem in vorliegender Zeitschrift besprochenen Buche von Fritz: „Die wichtigsten periodischen Erscheinungen der Meteorologie und Kosmologie“, S. 293, wo die Perioden der Weinerträge auf diese Weise untersucht werden.

	Zahl der starken Neu- und Vollmonde	Zahl der Erdbeben	Fünfjährige Mittel	Abweichung vom Gesamtmittel		Zahl der starken Neu- und Vollmonde	Zahl der Erdbeben	Fünfjährige Mittel	Abweichung vom Gesamtmittel
62	4	15	21.0	— 1.2	76	5	6	13.2	— 9.0
63	4	18	25.2	+ 3.0	77	9	15	12.8	— 9.4
64	7	33	26.4	+ 4.2	78	6	19	14.4	— 7.8 *
1865	8	42	24.6	+ 2.4	79	4	7	18.0	— 4.2
66	3	24	31.0	+ 8.8	1880	4	25	19.8	— 2.4
67	4	6	31.0	+ 8.8 *	81	7	24	21.0	— 1.2
68	5	50	26.4	+ 4.2	82	8	24	25.0	+ 2.8
69	8	33	25.6	+ 3.4	83	8	25	27.4	+ 5.2 *
1870	7	19	32.0	+ 9.8 *	84	7	27	24.8	+ 2.6
71	6	20	24.6	+ 2.4	1885	4	37	25.8	+ 3.6
72	2	38	19.8	— 2.4	86	5	11	27.2	+ 5.0
73	8	13	19.4	— 2.8	87	7	29		
74	7	9	16.6	— 5.6	88	8	32		
1875	5	17	12.0	—10.0					

Die jährliche Anzahl der Erdbeben steht, wie man sieht, mit den starken Neu- und Vollmonden in keiner Beziehung, aber die Zahlen der letzten Kolumne zeigen ein ganz regelmäfsiges Fallen und Steigen und zwar steht dieses mit den in die durch einen * markirten Jahre fallenden Maxima oder Minima der Sonnenfleckenperiode in Verbindung. Die Zahlen fallen oder steigen mehr, erreichen ihre Höhe oder Tiefe, je nachdem sie sich einem Maximal- oder Minimaljahr der Sonnenflecken nähern. Daraufhin könnte also irgend ein Zusammenhang der Erdbeben mit den Sonnenflecken vermuthet werden. Dennoch ist dieser Beweis nur ein scheinbarer; aber er mag hinreichen, den Leser zu warnen und zeigen, was man mit Periodensuchen fertig bringen kann. Der Mond als schneller Läufer kann natürlich desto mehr dazu dienen, derartige Perioden zu finden. Ich glaube es kann nicht schwer sein, zu beweisen, dafs die Mondperiode in den unmöglichsten Dingen steckt, dafs sie beispielsweise in dem Fallen und Steigen der Börsenkurse, den Hausse- und Baisse-Bewegungen mancher sehr beweglichen Spielpapiere (z. B. der österreichischen Kreditaktie) nachgewiesen werden könnte.

Wenn es schon nicht leicht ist, aus langjährigen Reihen von Beobachtungen der Erdbeben mit Sicherheit die periodische Einwirkung von Ursachen zu konstatiren, um wie viel weniger kann das beliebte Falbsche Verfahren als Beweis angesehen werden, welches nur einzelne, zustimmende Fälle für den Zusammenhang der Mondstellungen mit den irdischen Fluthbewegungen anführt, die nicht stimmenden Fälle aber beiseite läfst und nicht dazu kommen will, den Nachweis

aus sehr grofsen Beobachtungsreihen in streng sachlicher Weise zu erbringen!

Ist es wissenschaftlich statthaft, aus dem vollständigen oder fast vollständigen Zusammenfallen irgend welcher Ueberschwemmungen, Stürme oder Gewitter mit „kritischen Tagen“ sofort „die Bestätigung der Theorie durch die Natur“ abzuleiten, so ist es eben so rechtmäfsig statthaft, ganz nach demselben Muster den Einflufs der kritischen Tage auf die politischen Ereignisse zu behaupten und zu beweisen. Das ist eine Sache von viel gröfserer Wichtigkeit als Erdbeben, Wetterstürze und Grubenexplosionen, und eine Entdeckung, die Herr Falb noch nicht gemacht hat und die ich allen Ernstes sogleich beweisen werde. Ich entnehme hierzu aus Pipers „Allgemeinem Kalender“ aufs Gerathewohl eine Anzahl politischer Vorkommnisse und zwar durchaus wichtige; die allermeisten werden meinen Lesern sofort beim Lesen wieder in Erinnerung kommen. In Klammern habe ich die drohenden „kritischen“ Fluthkonstellationen beigesetzt, die sich zu diesen Zeiten eingestellt haben und welchen also die Schuld an jenen Ereignissen zugeschoben werden kann.

1864 April 9. Annahme der mexikanischen Kaiserkrone durch Maximilian von Oesterreich und Abreise nach Mexiko. (6. Nm. 4. Per. 8. Aequ. Std.)*)
„ Oktober 30. Dänisch-preufsisch-österreichischer Friedenschlufs zu Wien. (30. Nm. Aequ. Std.).
1865 April 14. Ermordung Lincolns. } (11. Mondfinst. Aequ. Std., 9. Apog.)
„ „ 9. Kapitulation des General Lee mit seiner Armee. }
„ August 14. Gasteiner Vertrag, die Ursache des Krieges von 1866. (9. Per. 11. Aequ. Std., 13. Letz. V.)
1866 März 13.—16. Beginn der österr. Rüstungen, Circular Oesterreichs an die Mittelstaaten. (16. Nm., 18. Per., 18. Aequ. Std.)
„ April 16. Attentat auf den Kaiser von Rufsland. (15. Sonnenfinst., Perig., 14. Aequ. Std.!)
„ Mai 26. Abbruch der preufsisch - österreichischen Verhandlungen. (24. Aequ. St., 27. Apog., 29. Vollm.)
„ Juni 12.—16. Räumung Holsteins durch die Oesterreicher, Ueberschreitung der Grenzen. Kriegsbeginn. (8. Aequ. Std., 11. Per., 12. Nm.)
„ Juli 4., 5., 6. Abtretung Venetiens an Italien. (5. Aequ. Std., 5. Letzt. V., 9. Perig.)
1870 Juli 15. Kriegserklärung Frankreichs. (12. Mondfinst.)
„ Sept. 1., 2., 4. Die Tage von Sedan, Sturz Napoleons in Paris. (26. Aug. Nm., 29. Aequ. Std., 30. Perig. 2. Sept. Erstes Viertel!!)
„ Sept. 27. Kapitulation Strafsburgs. (25. Nm. u. Aequ. Std., 26. Perig.)
1873 Febr. 11., 12. Verjagung des Königs von Spanien und Einführung der Republik. (12. Vollm. u. Apog., 15. Aequ. Std.)

*) Die Bezeichnung der Fluthfaktoren (Neumond, Vollmond, Perigaeum, Apogaeum und Aequatorstand) ist hier durchaus abgekürzt.

1873 Mai 24. Sturz des französischen Ministeriums und Wahl Mac Mahons zum Präsidenten der Republik. (20. Perig., 22. Aequ. Std., 26. Sonnenfinst.!!)

„ Okt. 6. Eröffnung des Prozesses gegen den Marschall Bazaine (5. Aequ. Std. u. Perig., 6. Vollm.)

1874 Febr. 20. Annahme des Civilehegesetzes im preufsischen Herrenhaus. (16. Nm., 18. Perig., 19. Aequ. Std.)

„ April 15. Absetzung des renitentesten Clerikers im preufsischen Culturkampf, des Erzbischofs Ledochowski von Posen. (15. Perig. und Aequ. Std.)

„ Novbr. 9. Abbruch der Beziehungen zwischen England und dem Papst. (5. Aequ. Std., 7. Apog., 9. Neum.)

1877 April 12. Uebergabe der Ablehnung des Londoner Protokolls von Seiten der türkischen Regierung in London, Berlin und Petersburg. (11. Aequ. Std., 13. Neum.)

„ April 23. Ueberschreitung der Grenzen durch die Russen, Ausbruch des russisch-türkischen Krieges. (22. Perig., 24. Aequ. Std., 27. Vollm.)

1878 Febr. 3.—5. Einladung der Mächte durch Andrassy und Annahme des Berliner Congresses. (2. Sonnenfinst., 5. Aequ. Std. u. Apog.)

„ Mai 11. Hödel-Attentat auf Kaiser Wilhelm. (9. Erst. V., 11. Aequ. Std., 14. Perig.)

„ Juli 29. Die Oesterreicher rücken in Bosnien ein. (29. Sonnenfinst., 1. Aug. Perig.!)

1890 Jan. 19. Unterzeichnung des deutsch-böhmischen Ausgleichs.
„ Jan. 24. Ablehnung des Sozialistengesetzes in Berlin.
} (20. Perig., 21. Nm., 25. Aequ. Std.)

„ Febr. 20., 21. Grofse Siege der Sozialdemokraten in den deutschen Reichstagswahlen. (19. Neum., 18. Perig., 22. Aequ. Std.)

„ März 7. Rücktritt Tiszas. (6. Vollm., 8. Aequ. Std.)

„ März 15. Zusammentritt der Arbeiterschutzkonferenz in Berlin.
„ März 18. Rücktritt Bismarcks (nach einigen Zeitungen das „bedeutendste politische Ereignifs seit Sedan").
} (18. Per., 20. Neum., 21. Aequ. Std. u. Frühj. Aequinoctium!!!)

Ich denke, der Proben ist's genug. Man kann eben alles beweisen, wenn man nur die Voraussetzungen zugiebt. Um Erklärungen, wie es komme, dafs der Mond auf politische Dinge wirke, brauche ich nicht verlegen zu werden. Fortinus Licetus erklärt sehr ernsthaft die von den Kometen drohenden Kriegszeiten, indem er sagt: die Grofsen der Erde athmen die hitzigen bösen Dünste der Kometen dann mehr als sonst ein, werden streit- und händelsüchtig und gerathen sich auf diese Weise öfter als sonst in die Haare. Dafs meine Hypothese vielleicht dann und wann schlecht stimmen wird, macht auch nichts aus: die Erdbeben stimmen ja auch recht, sogar sehr oft nicht mit den Prophezeiungen; dann haben sich eben zufälligerweise irgendwo die Erdspalten verstopft. So, nun ist meine Entdeckung fest begründet und bei deren Wichtigkeit für die Staatsregierung verlange

ich hiermit meine Ernennung zum „geheimen politischen Konstellationsrath".

Aber Spafs bei Seite. Der Schlufs, der zu ziehen ist, bleibt derselbe, der am Ende meines ersten Artikels steht: dafs mit Einzelfällen eben alles Mögliche bewiesen werden kann, ja dafs selbst eine ganz bedeutende Zahl solcher blos aufgezählter Fälle zum Erbringen eines wissenschaftlichen Beweises nicht genügt. Es giebt nur einen Weg zur Wahrheit, nämlich den, auf welchem in der Astronomie und Meteorologie bisher alle Theorien geprüft worden sind: die völlig strenge Untersuchung eines möglichst umfangreichen langjährigen Erdbebenmaterials und die Diskussion der sich ergebenden Erscheinungen. Dieser Weg ist weder von „Professoren" noch von „Akademikern" erfunden und zurecht geschnitzt worden, er hat sich von selbst, mit der Entwickelung der Wissenschaften gebildet. Ihn zu gehen, ist eine einfache, gerechte Forderung, die gegen jeden geübt wird, der eine wissenschaftliche Hypothese aufstellt. Wir wollen also hoffen, dafs Herrn Falb ein solcher Beweis gelingen möge, und ich will dann mit unter den Ersten sein, die seine Theorie unterschreiben. F. K. Ginzel.



Schwankung der Erdaxe. Eine sehr zuverlässige Bestätigung der Existenz kleiner Lageänderungen, welchen die Erdaxe im Erdkörper nach Küstners Beobachtungen[1]) unterworfen sein sollte, ist neuerdings auf Grund der zu diesem Zwecke seit dem vorigen Jahre gleichzeitig in Berlin, Potsdam, Prag und Strafsburg ausgeführten Breitebestimmungen zu Tage getreten. Wie Prof. Helmert in No. 2963 der Astr. Nachr. kurz mittheilt, liefs sich während der ersten Hälfte des vorigen Jahres eine Aenderung der geographischen Breite in Berlin und Potsdam nicht mit Sicherheit nachweisen, dafür zeigte sich aber im dritten Viertel des Jahres erst eine Zunahme, dann eine Abnahme der Breite, die sich im letzten Vierteljahr fortsetzte und im Januar dieses Jahres mit einem Gesamtbetrage von 0",5—0",6 ihr Ende erreicht zu haben scheint. Die Realität dieser Aenderungen der Polhöhe wird durch die mit sehr verschiedenen Instrumenten in Prag und Strafsburg gemachten Wahrnehmungen vollauf bestätigt, zumal die Unsicherheit in der Breitenbestimmung bei Berlin, Potsdam und

[1]) Vgl. Himmel und Erde I. S. 110 f.

Prag noch nicht eine Zehntelsekunde erreicht. Diese übereinstimmenden Ergebnisse machen es unthunlich, noch länger behufs Erklärung der beobachteten Polhöhenänderungen allein zu Beobachtungs- und Instrumentalfehlern oder zu Refractionswirkungen seine Zuflucht zu nehmen, es mufs vielmehr nun die Wirklichkeit von mefsbaren Lageänderungen der Erdaxe innerhalb des Erdkörpers als erwiesen gelten.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Mai-Juni.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
18.	Mai	Neumond	4h 9m Mg.	7h 48m Ab.
24.	„	Erdferne	8 13 „	0 20 Mg.
26.	„	Erstes Viertel	10 28 „	1 16 „
3.	Juni	Vollmond	8 47 Ab.	3 48 „
5.	„	Erdnähe	11 4 „	5 23 „
9.	„	Letztes Viertel	0 48 Mg.	10 45 „

Maxima der Libration: 30. Mai, 12. Juni.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Mai	4h38m	+24° 15'	4h 49m Mg.	9h 47m Ab.	4h 44m	+23° 1'	5h 4m Mg.	9h 42m Ab.
16. „	4 44	+23 47	4 43 „	9 33 „	5 5	+23 43	5 3 „	9 53 „
20. „	4 45	+22 53	4 35 „	9 11 „	5 26	+24 15	5 5 „	10 3 „
24. „	4 41	+21 39	4 24 „	8 42 „	5 47	+24 35	5 8 „	10 10 „
28. „	4 33	+20 13	4 10 „	8 8 „	6 9	+24 44	5 12 „	10 18 „
1. Juni	4 25	+18 50	3 59 „	7 43 „	6 30	+24 42	5 19 „	10 23 „
5. „	4 17	+17 42	3 44 „	7 12 „	6 51	+24 28	5 26 „	10 26 „
9. „	4 13	+17 1	3 28 „	6 46 „	7 12	+24 2	5 34 „	10 28 „
13. „	4 13	+16 53	3 13 „	6 27 „	7 33	+23 26	5 45 „	10 29 „
	1. Juni Sonnenferne.				29. Mai Sonnennähe.			

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
14. Mai	16h 35m	−23° 1'	9h16m Ab.	5h 1m Mg.	20h57m	−17°46'	1h 7m Mg.	9h 58m Vm.
20. „	16 27	−23 5	8 45 „	4 30 „	20 58	−17 43	0 44 „	9 36 „
26. „	16 19	−23 5	8 13 „	3 58 „	20 59	−17 42	0 21 „	9 13 „
1. Juni	16 10	−23 2	7 40 „	3 25 „	20 59	−17 42	11 53 Ab.	8 49 „
7. „	16 1	−22 57	7 7 „	2 54 „	20 59	−17 45	11 30 „	8 26 „
13. „	15 53	−22 50	6 34 „	2 24 „	20 58	−17 50	11 6 „	8 0 „
	27. Mai Mars-Opposition.							

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Mai	10h 0m	+14° 0'	11h 19m Vm.	2h 4m Mg.	13h 28m	— 8° 35'	4h 49m Nm	3h 29m Mg.
20. „	10 1	+13 55	10 50 „	1 32 „	13 27	— 8 29	4 16 „	2 58 „
28. „	10 2	+13 46	10 20 „	1 0 „	13 26	— 8 24	3 43 „	2 25 „
5. Juni	10 4	+13 36	9 52 „	0 30 „	13 25	— 8 20	3 10 „	1 54 „
13. „	10 6	+13 24	9 23 „	11 55 Ab.	13 25	— 8 18	2 38 „	1 20 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
11. Mai	4h 8m	+ 19° 21'	4h 58m Mg.	8h 44m Ab.
26. „	4 10	+ 19 28	4 4 „	7 52 „
10. Juni	4 13	+ 19 34	3 7 „	6 57 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

25. Mai	I. Trab.	Verfinst.	Eintritt	2h 21m	Morg.
2. Juni	II. „	„	„	1 0	„
9. „	II. „	„	„	3 34	„ (6m vor Sonnenaufgang)
10. „	I. „	„	„	0 37	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
1. Juni	* ζ Librae	5.3m	8h 2m Ab.	9h 7m Ab.
2. „	* ω Ophiuchi	5.0	11 13 „	0 23 Mg.
3. „	* 51 „	5.0	9 38 „	10 45 Ab.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.	Declin.
R Leporis	12. Juni	6—7m	8m	4h 54m 35s	— 14° 58'2
V Monoc.	27. Mai	7	10	6 17 11	— 2 8.3
R Ursae maj.	12. Juni	6—8	12	10 36 52	+ 69 21.3
T „ „	20. Mai	7—8	12	12 31 24	+ 60 5.7
V Virginis	25. „	8—9	13	13 22 7	— 2 36.0
W Ophiuchi	28. „	9	13	16 15 29	— 7 26.5
T Serpentis	30. „	9—10	12	18 23 26	+ 6 13.5
χ Cygni	10. Juni	4—6	12.5	19 46 21	+ 32 38.2
U „	28. Mai	8	9	20 16 12	+ 47 32.9
R Vulpeculae	14. Juni	8	12—13	20 59 29	+ 23 22.9
T Cephei	6. „	5.6	9.5	21 8 2	+ 68 2.8

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

U Cephei . . 17., 22., 27. Mai, 1. Juni Mitt., 6., 11., 16. Vm.
U Coronae . . 16. Mai Nm., 23. Mg., 30. Mg., 6. Juni Mg., 13. Mg.
S Cancri . . 22. Mai Mg., 31. Nm.

δ Librae	. .	16. Mai Nm., 21. Mg., 25. Ab., 30. Nm., 4. Juni Mg., 8. Ab., 13. Nm.
Y Cygni	. .	sehr unregelmäfsig (Minimum 8. Gröfse, AR = $20^h\ 47^m\ 40^s$, D = + 34° 14'6.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc.	. .	28. Mai.
W Virginis	.	21. Mai, 8. Juni.

6. Meteoriten.

Besonders bemerkenswerthe Meteoritenschwärme zwischen dem 15. Mai und 15. Juni sind nicht hervorzuheben.

7. Nachrichten über Kometen.

Die im Märzhefte ausgesprochene Erwartung, dafs es möglicherweise gelingen könnte, den im September 1888 von Barnard entdeckten Kometen im heurigen Frühjahr wieder aufzufinden, hat sich erfüllt. Dem Observator der Wiener Sternwarte, Dr. Spitaler, ist am 28. März die Auffindung geglückt. Der Komet war zwar ungemein lichtschwach, bleibt aber an sehr grofsen Instrumenten noch einige Zeit verfolgbar.

Die diesjährige Wiederkehr des periodischen Brorsenschen Kometen scheint für die astronomische Beobachtung verloren zu sein. Trotz aufmerksamer Nachsuchungen seitens mehrer Sternwarten ist es nicht gelungen, den Kometen zu finden.

Am 19. März hat Brooks einen neuen Kometen in der Gegend des „kleinen Pferdes" entdeckt. Der Komet war Anfang April schon recht hell und bewegt sich bei zunehmender Helligkeit beträchtlich schnell nordwärts; im Mai wird er bereits im „Schwan" angelangt sein.



Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Die Ansichten der Physiker und Geologen über die innere Beschaffenheit des Erdballs.

Von Dr. P. **Schwahn**,
Astronom an der Urania in Berlin.

Dem Vordringen des Menschen in das Innere der Erde hat die Natur selbst eine Grenze gesetzt. Eine Waffe des Auges, die uns, wie das Fernrohr durch den klaren Aether des Weltraumes, so einen Weg durch die starren Felsmassen hinab zu den Geheimnissen der Unterwelt bahnen könnte, giebt es nicht. Diese zu ergründen, ist Sache der Vernunft, welche den dunklen Weg der Analogie und Induktion betreten mufs, um aus den am Himmel und an der Erdoberfläche wahrgenommenen Thatsachen auf die innere Naturbeschaffenheit unseres Planeten zu schliefsen.

Da diese Forschungswege den weiteren Kreisen weniger bekannt sein dürften, beabsichtigen wir in dem Folgenden die Methoden zu erörtern, durch welche der menschliche Geist bisher versucht hat, die Frage nach der inneren Gestaltung unseres Weltkörpers der Lösung näher zu bringen. Wir sagen „näher bringen", denn über diese Frage ein endgültiges Urtheil zu fällen, ist heute noch unmöglich. Sind doch die hierauf bezüglichen Anschauungen der mafsgebenden Physiker und Geologen bis in die jüngste Zeit hinein noch einem gar auffälligen Schwanken ausgesetzt, welches die gesamten Grundlagen der Erdkunde beeinflufst und noch heute den Fortbestand zweier sich einander so gänzlich ausschliefsender Lehren ermöglicht, wie sie die vulkanistische und neptunistische Weltanschauung darbieten. Läfst sich aber bei dem jetzigen Stande unseres Wissens keine genügende Antwort geben, so braucht doch die menschliche Wissbegierde auf diesem Felde

nicht mehr ganz Befriedigung in unbestimmten Vermuthungen zu suchen. Bei den beschleunigten Fortschritten, deren sich alle Zweige physikalischer Forschung erfreuen, ist wenigstens eine Zahl möglicher, zur Erkenntnifs führender Wege eröffnet worden.

Durch unmittelbare Anschauung können wir uns über den Zustand des Erdinnern nur sehr unvollkommen unterrichten. Denn es läfst sich wohl kaum erwarten, dafs die Fortschritte der Technik uns jemals befähigen werden, die Grenze, bis zu welcher es gegenwärtig gelungen ist, in Bergwerken vorzudringen, oder physikalische Mefsinstrumente in Minen und Bohrlöchern zu versenken, um ein Erhebliches zu überschreiten. Nun erweisen sich aber die Temperaturbeobachtungen längs der bis jetzt erforschten Strecke von 1716 m[1]) — was $\frac{1}{3700}$ des Erdhalbmessers gleichkommt — keinenfalls als mafsgebend für das physikalische Verhalten unseres Planeten in seinen innersten Schichten.

So ist denn die geophysische Wissenschaft bei der Behandlung dieses Problems in der Hauptsache auf den induktiven Weg angewiesen, der in der Erkenntnifs des Erdbaus mit einer Hypothese beginnt und nach und nach alle Erscheinungen mit dieser in Einklang zu bringen sucht. Von den verschiedenen, auf hypothetischen Grundlagen basirenden Theorien können aber nur drei Anspruch auf wissenschaftliche Bedeutung erheben. Es sind dies:

Die geologische oder Fluiditätshypothese, wonach unser Weltkörper im Innern ein Centralmeer geschmolzener Felsmassen enthalten und nur an der Oberfläche von einer festen Gesteinskruste umhüllt sein soll.

Die astronomische oder Rigiditätshypothese, die uns den Erdkörper als durch und durch fest darstellt.

Die dritte Fassung endlich sucht den Ansprüchen der Geologie und Astronomie in gleicher Weise gerecht zu werden; sie verlangt nur eine im zähflüssigen Zustande befindliche Gluthzone von mäfsiger Ausdehnung zwischen der äufseren festen Rinde und einem inneren festen Kern.

Schon wegen ihres Alters nimmt unter diesen drei Hypothesen unstreitig die Leibnitzsche Lehre vom feurig-flüssigen Erdinnern den ehrwürdigsten Platz ein. Auch geniefst sie, weil eine ganze Reihe geologischer Erscheinungen sich auf ihrer Grundlage anscheinend

---

[1]) In dem preufsischen Bohrloche zu Schladebach, dem gegenwärtig tiefsten der Erde. Vergl. Himmel und Erde, Jahrg. II, S. 245.

leicht aufbauen läfst, nicht nur in weiteren Kreisen das Ansehen einer schulgemäfsen Wahrheit, sondern hat auch bei namhaften Forschern, die tiefer in die Geheimnisse des Erdbaus blicken konnten, von jeher günstige Aufnahme gefunden. Unter den Philosophen und Physikern sind es neben Leibnitz und Descartes namentlich Laplace und Fourier, welche diese Lehre wissenschaftlich zu begründen suchten, und unter den Geologen huldigen Männer wie Hutton, Lyell, Alex. v. Humboldt, Hennessy offen dem Plutonismus.

Während die Wärme der äufseren Erdrinde eine fremde, von der Sonne geborgte und von dieser abhängige ist, machen sich unterhalb der Grenze der Sonnenbeeinflussung Temperaturverhältnisse in einer Weise geltend, dafs man auf eine in der Tiefe der Erde selbst liegende, also ihr eigenthümliche Wärmequelle schliefsen mufs. Von der Grenze der Einwirkung der Sonnenwärme an findet nämlich überall, wo und so weit man bis jetzt in Bergwerken und Bohrlöchern in den Schofs der Erde eingedrungen ist, nach abwärts eine stete Temperaturzunahme statt. Diese Zunahme erweist sich nach allen bisherigen Messungen als eine derartige, dafs — unter gleichen Druckverhältnissen wie an der Oberfläche — schon in sehr mäfsigen Tiefen der mittlere Schmelzpunkt selbst der widerstandsfähigsten, uns bekannten Substanzen erreicht wird. Nach den neuesten Temperaturbeobachtungen im Bohrloche zu Schladebach bei Halle, dem gegenwärtig tiefsten der Welt, müfste schon in $14^1/_2$ geogr. Meilen unter der Erddecke eine Gluthhitze von etwa 2300^0 R. obwalten, bei welcher alle Gesteine und Metalle nach den Experimenten in unseren Hochöfen in den Schmelzflufs gerathen würden.

Durch gewisse Annahmen bezüglich der geothermischen Tiefenstufe und der Schmelzhitze der refraktärsten Gesteine, als deren Typus Basalt und Trachyt betrachtet werden können, haben die Geologen die Mächtigkeit der festen Erdumhüllung zu schätzen versucht. Derartige Schätzungen sind freilich noch grofsen Schwankungen unterworfen, was damit erklärlich wird, dafs wir weder das Gesetz der Temperaturzunahme genau kennen, noch wissen, welche Temperatur als die mittlere Schmelzhitze aller Gesteine zu setzen ist, und wie diese letztere durch die im Innern herrschenden Druckkräfte beeinflufst wird.

Die älteren Forscher der plutonischen Schule: Humboldt, Elie de Beaumont, Arago berechnen die Dicke der Erstarrungskruste zu 5 bis 7 geogr. Meilen, indefs schon Cordier fand diese geringe Stärke bedenklich und wollte ihr wenigstens eine solche von 14 Meilen zu-

geschrieben wissen. Unter Berücksichtigung der im Innern der Erde vorhandenen enormen Druckverhältnisse und des dadurch bewirkten Hinaufrückens der Schmelz- und Siedepunkte ist man jedoch gegenwärtig geneigt, der festen Umhüllung unseres Weltkörpers eine noch weit gröfsere Stärke beizumessen.

Die Vertreter der plutonischen Lehre verweisen uns ferner auf die vulkanischen Vorgänge. So reichlich auch gegenwärtig die Zahl der thätigen Vulkane ist, so kann man dieselben doch nur als einen kleinen Theil aller derjenigen betrachten, die in früheren Zeiträumen das Werk der Umgestaltung in den Oberflächenschichten unseres Weltkörpers vollzogen haben. Der Ursitz aller dieser Kraftäufserungen soll in der gewaltigen Bethätigung eines unterirdischen Magma-Meeres zu suchen sein, für dessen gleichmäfsige Verbreitung unter der festen Erddecke nach der Meinung der Plutonisten die Thatsache spricht, dafs die über das ganze Erdrund zerstreuten Feuerberge nicht nur in ihrem Aufbau und dem Mechanismus ihrer Thätigkeit durchaus übereinstimmen, sondern auch ihre Produkte von fast gleicher mineralogischer Zusammensetzung sind. Schliefslich, behaupten die Vulkanisten, könnten die Erdstöfse sowie die noch heute fortdauernden allmählichen Hebungen und Senkungen von Ländergebieten kaum durch einen festen Erdkörper Erklärung finden, während sich aus der Vorstellung einer dünnen, beweglichen und elastischen Rinde, auf einem heifsflüssigen Magma schwimmend, alle gegenwärtigen und vergangenen Erscheinungen des Erdenlebens auf ungezwungene Weise ableiten liefsen.

Weil aber das Beobachtungsfeld des Geologen durch natürliche Grenzen eingeengt ist, sein Forschungsgebiet sich nur auf die Vorgänge an der obersten Hülle unseres Planeten erstreckt, erschienen rein geologische Beweismittel für die Haltbarkeit der Fluiditätshypothese doch nicht ganz ausreichend. Um zu der Wahrheit näher kommenden Vorstellungen zu gelangen, hat man auf den Urzustand unseres Weltkörpers zurückgeschaut und in Erwägung gezogen, was für Rückschlüsse sich aus der Gestaltung seiner Oberfläche auf die innere Beschaffenheit machen lassen.

Beobachtungen der Pendelschwingungen und direkte Vermessungen haben bekanntlich gezeigt, dafs die Form der Erde nicht genau einer Kugel entspricht, sondern an den Umdrehungspolen etwas abgeplattet ist, und dafs ihre mittlere Oberfläche einem Umdrehungsellipsoide, dessen Rotationsaxe mit der Polaraxe zusammenfällt, sehr nahe kommt. Diese Gestalt war schon für Newton und Huyghens ein genügender Beweis dafür, dafs unser Planet ehedem eine Periode

der Fluidität durchgemacht habe. Nach den Grundlehren der Mechanik müssen die Massentheilchen, welche sich unter dem Einflusse der Gravitation allein zu einer vollkommenen Kugel angeordnet haben würden, durch die in Begleitung der Umdrehung auftretende Schwungkraft von den Polen nach dem Aequator hingedrängt worden sein, und dies setzt für die früheren Phasen der Erdentwicklung eine freie Beweglichkeit der Theilchen voraus, die nach der Meinung der älteren Forscher nicht wohl anders als in einem ursprünglich flüssigen Zustande gesucht werden kann, der sich zum Theil im Innern noch erhalten haben soll. So besitzen ja auch — ganz analog unserer Erde — Saturn und Jupiter eine polare Abplattung, die in einem bestimmten Verhältnifs zur Rotationsdauer steht.

Gegen diesen Newton-Huyghens schen Schlufs zu Gunsten einer früheren Fluidität läfst sich jedoch, wie zuerst der englische Geophysiker Spencer bemerkte, ein Einwand vorbringen, der sich auf den unsicheren Begriff der Fluidität bezieht. Die modernen Errungenschaften der Naturforschung erkennen nämlich nicht in dem Mafse einen so schroffen Unterschied zwischen dem Festen und Flüssigen an, wie wir es bei dem sehr verschiedenen Grade der Beweglichkeit von im täglichen Leben vorkommenden Substanzen wohl zu thun geneigt sind. Man weifs heute, dafs selbst die festesten Massen unter gehörigem Drucke in den Zustand des Fliefsens gerathen können. Und so werden wir denn auch in dem Weiteren sehen, dafs die Form der Erde uns nur sehr mangelhafte Daten gewährt, um die Frage nach dem Aggregatzustand des Innern zu Gunsten der einen oder andern jener drei aufgestellten Hypothesen entscheiden zu können.

Diese Betrachtungen haben nur insofern Bedeutung, als sie uns über den vergangenen Zustand der Erde Rechenschaft ablegen; indessen über die uns zumeist interessirende Frage nach der gegenwärtigen Beschaffenheit sagen sie nichts Näheres aus. Wenn unser Planet auch wirklich ein feuerflüssiger Ball gewesen ist — was ja auch kosmogonische Spekulationen als sehr wahrscheinlich hinstellen —, so bleibt doch noch immer die nicht minder schwer zu beantwortende Frage offen, bis zu welchem Grade die Abkühlung und die damit verbundene Erstarrung seiner Materie gegenwärtig fortgeschritten ist. Die Geologen verweisen uns zwar auf die thermischen Tiefenphänomene und auf das Empordringen schmelzflüssiger Lava; dafs aber diesen Erscheinungen allein eine überzeugende Beweiskraft für eine noch gegenwärtig bestehende Fluidität des Innern nicht beiwohnen kann, müssen wir offen den Gegnern der Fluiditätshypothese zugestehen.

Der Antrieb zu einer Bekämpfung dieser althergebrachten Meinung ist von Physikern und Astronomen ausgegangen, und — nach dem gegenwärtigen Standpunkte der Forschung zu urtheilen — scheinen in der That die von dieser Seite vorgebrachten Argumente die geologischen zu überwiegen. Zwar ist Poissons geogenetische Hypothese, wonach die Erde von innen heraus erstarrt und daher von durchgehender Festigkeit sein soll, durch neuere Erfahrungen etwas erschüttert worden, und auch die Versuche von Hopkins aus der Präzessionsbewegung unseres Weltkörpers einen Rückschlufs auf sein inneres Verhalten zu machen, führten zu keinem endgültigen Resultate, dagegen haben die Untersuchungen so vortrefflicher Forscher wie Sir William Thomson und G. H. Darwin neues Licht auf die geophysischen Verhältnisse geworfen und in der That die Ansichten so mancher Geologen über die Natur des Erdinnern erschüttert.

Nach der von Kant in der „allgemeinen Naturgeschichte des Himmels“ und später von Laplace in der „Mécanique céleste“ selbstständig begründeten Hypothese über die Entstehung der Weltkörper, mufs unser Planet nicht allein einen flüssigen, sondern auch einen feurigflüssigen Zustand, der aus einem früheren gasförmigen hervorging, durchgemacht haben. Poisson hat an diese Vorstellungsreihe angeknüpft und ist der Begründer einer eigenartigen Hypothese der Erdentstehung geworden. Da uns dieselbe mit einigen Abänderungen noch einmal in diesem Aufsatze begegnen wird, soll sie hier in ihren allgemeinen Zügen mitgetheilt werden.

Der einst feuerflüssige Erdball mufste durch fortdauerndes Ausstrahlen seiner Eigenwärme in den umgebenden kälteren Weltraum allmählich zu einem solchen Grade der Abkühlung gelangen, dafs sich feste Schollen an seiner Oberfläche zu bilden anfingen. Weil dieselben spezifisch schwerer waren als das darunter befindliche Meer geschmolzener Silicate, sanken sie unter und wurden wiederum durch heifse flüssige Massen ersetzt, die nach genügender Abkühlung ebenfalls erstarrten und in die Tiefe tauchten. Dieser Prozefs führte, ähnlich wie bei einer erkaltenden Wassermasse, zur Entstehung eines doppelten auf- und abwärts kreisenden „Fortführungs- oder Konvektionsstromes“, welcher den grofsen Temperaturunterschied zwischen den äufseren und inneren Schichten schneller beseitigte, als es durch die blofse Wärmeleitung des an der Oberfläche erstarrten Körpers hätte geschehen können. Nachdem der Erde soviel Wärme entzogen war, dafs sie zähe zu werden begann, nahm die Erhärtung ihren An-

fang im Mittelpunkte, wo der Druck gleichzeitig dieselbe begünstigte, und setzte sich allmählich bis an die Oberfläche fort.

In dieser Weise soll unser von innen heraus erstarrter Weltkörper alle Wärme verloren haben. Es scheint dem grofsen Geometer annehmbar, dafs die thatsächlich beobachtete Steigerung der Temperatur mit der Tiefe sich nicht auf den ganzen Globus erstrecke, sondern nur eine Folge der Wärmeaufnahme unseres Planeten sei, der auf der Wanderung des Sonnensystems nach dem Sternbilde des Herkules zu sehr ungleich temperirte Stellen des Weltenraumes angetroffen haben kann. Unser Planetensystem soll hiernach in früheren geologischen Zeitläufen in der Nähe grofser sonnenähnlicher Sterne verweilt haben, welche der Erde durch Strahlung die in den Oberflächenschichten vorhandene Wärmeenergie mittheilen konnten. Läfst sich nun aber diese eigenartige Hypothese mit den Errungenschaften der modernen Forschung in Einklang bringen? Wäre unser Weltkörper wirklich eine kalte Steinkugel, die nur zeitweise, während grofser geologischer Epochen, von aufsen her Wärme durch Bestrahlung empfangen hat?

Nun allerdings haben die Anschauungen des berühmten französischen Physikers bis in die jüngste Zeit hinein einige hervorragende Verfechter gefunden. So hält namentlich Sir William Thomson bei seinen Untersuchungen über die Rigidität unseres Globus an der Vorstellung fest, dafs die Erstarrung von innen heraus stattgefunden habe. Es liegen indefs zur Zeit schwerwiegende Einwände vor, welche diese Lehre der Erdbildung, ohne Rücksicht auf so gewichtige Autoritäten, als wenig begründet erscheinen lassen.

William Thomson hat seine Untersuchungen über diesen Gegenstand auf experimentellen Grundlagen zu stützen versucht; er berief sich dabei auf Angaben von Bischof, wonach die Zusammenziehung der geschmolzenen Silicate beim Erstarren 20 pCt. beträgt. Aber schon Mallet fand, dafs diese nur 6 pCt. erreicht, und neuerdings haben Experimente der deutschen Physiker W. Siemens, Nies und Winkelmann, sowie diejenigen der englischen Forscher Centners, Millars, Whitleys, Roberts und Hannays fast allgemein erwiesen, dafs der Uebergang der Materie aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand meist mit einer räumlichen Ausdehnung und folglich mit einem Gewichtsverluste verbunden ist. Aus den Versuchen der genannten Forscher geht unter andern hervor, dafs Theile von Eisen, Wismuth, Messing, Basalt, Glas, Granit und einer Reihe anderer Silicatgesteine von der gleichartigen geschmolzenen Masse —

wenigstens bei einem gewissen Grade der Zähflüssigkeit — getragen werden, also im Momente der Verfestigung eine Ausdehnung zeigen. Ausführlichere Mittheilungen über diesen hochinteressanten Gegenstand finden wir in der kürzlich erschienenen Schrift von Fr. Nies: „Ueber das Verhalten der Silicate beim Uebergange aus dem gluthflüssigen in den festen Aggregatzustand“ (Stuttgart, 1889). Es ist ferner eine bekannte Thatsache, dass sich Silvestri bei dem Ausbruche des Aetna im Jahre 1815 auf die Schlackenschollen eines in Bewegung befindlichen, im Innern noch glühend heifsen Lavastromes stellen konnte, ohne dafs dieselben unter seinen Füfsen gewichen wären, und dasselbe zeigte sich bei dem riesigen Lavabecken, welches der Krater des Kilauea auf Hawaii bildete.[2]) Man hat den Grund dieser Tragfähigkeit bisher in der aufserordentlichen Zähigkeit, welche den flüssigen Silicatmassen eigen sein soll, gesucht. Demgegenüber erwähnt nun Nies in der genannten Schrift eine Reihe von Beobachtungen, welche es sehr wahrscheinlich machen, dafs die erhärtete Lava nicht wegen ihrer Zähigkeit (Viskosität), sondern wegen des geringen spezifischen Gewichtes von der fliefsenden Lava getragen wird. Hierhin gehören unter andern auch besonders interessante Versuche des berühmten Vesuvforschers Palmieri, wonach Würfel und Kugeln von fester Lava, in fliefsende Vesuvlava geworfen und in diese eingetaucht, immer wieder an die Oberfläche kommen und auf derselben schwimmen sollen.

Jedenfalls darf man aus erneuerten, in der von Nies angedeuteten und anempfohlenen Weise exakt durchgeführten Versuchen allgemeine Schlüsse über das Verhalten der Silicate beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand und vielleicht auch über den Vorgang der Erdbildung erhoffen. Dafs indefs derartige Versuche noch kein abschliefsendes Resultat ergeben haben, dafür scheinen andrerseits wiederum neuere Experimente der italienischen Forscher Vincenti und Omodei zu sprechen.

Die erwähnten Thatsachen haben die Poissonsche, von Thomson weiter verfolgte geogenetische Hypothese etwas erschüttert, da dieselbe ja von der Voraussetzung ausgeht, dafs die Gesteine im kalten, festen Zustande spezifisch schwerer seien als im heifsen, geschmolzenen und deshalb in das Gluthmeer untersinken, wodurch die Unmöglichkeit der Bildung einer festen Erdhülle begründet

---

[2]) Dieser gewaltige Kratersee verschwand am 6. März 1886 durch Zurückfliefsen der Lavamasse in eine Erdspalte; gegenwärtig ist er wieder in Füllung begriffen.

wäre. Nach dem neuen Experimentalbefund müfste vielmehr das erstarrte Material auf dem flüssigen schwimmen, und bleibt dabei auch nicht ausgeschlossen, dafs die Körper im völlig erkalteten Zustande doch wieder spezifisch schwerer werden als im geschmolzenen, so ist doch jedenfalls durch denselben die Möglichkeit einer Rindenbildung gewährleistet. Erst wenn sich die Schollen zu einer ununterbrochenen Kruste zusammengesetzt haben, kann eine bedeutende Erkaltung der Oberfläche eintreten; die Rinde wird dann aber ihrem Einbruch einen elastischen Widerstand entgegensetzen, der — so unbedeutend er im Vergleich zur Schwere sein mag — doch den geringen Unterschied im spezifischen Gewichte aufwiegen dürfte, den eine weitere Abkühlung zur Folge hat. Man denke doch nur daran, dafs eine dünne Eisschicht, vom Wasser getragen, bedeutend belastet werden kann, ohne zu brechen.

Freilich kann man zur Zeit noch nicht behaupten, dafs durch diese Ergebnisse die Haltbarkeit der Poissonschen Hypothese ganz in Frage gestellt worden sei. Denn es giebt eine Reihe von Erscheinungen im weiteren Kosmos, so z. B. die periodische Fleckenbildung auf der Sonne, welche nach einigen Forschern die Vermuthung, dafs die Erhärtung der Weltkörper von innen heraus erfolge, wiederum näher legen.

Gröfseren objektiven Werth für die Klärung der Sachlage, wenigstens was den gegenwärtigen Zustand des Erdinnern betrifft, mufs man den astronomischen Argumenten beilegen.

Es mag dem Laien überraschend sein, dafs man versucht hat, aus den kleinen Verrückungen, welche die Fixsterne an der Himmelssphäre im Laufe der Jahrhunderte erfahren, einen Rückschlufs auf die innere Beschaffenheit unseres Planeten zu machen. Man beachte indefs, dafs der bei weitem beträchtlichere Theil jener Sternverschiebungen von der Richtungsänderung der Umdrehungsaxe unserer Erde im Raume herrührt, ein Phaenomen, das bekanntlich von den Astronomen unter dem Namen „Präzession der Nachtgleichen“ zusammengefafst wird, und das in enger Beziehung mit der Anordnung der Erdmaterie um diese Axe steht. Diese beständige, jedoch sehr langsame Richtungsänderung ist in überwiegendem Mafse der Anziehungskraft des Mondes und in geringerem derjenigen unserer Sonne auf den äquatorealen Massengurt zuzuschreiben; sie würde nicht stattfinden bei einem vollkommenen gleichmäfsig geschichteten, kugelförmigen Erdkörper.

Bei der Berechnung dieser Bewegungserscheinung ist man von

der Voraussetzung ausgegangen, dafs unsere Erde ein vollkommen starrer Körper sei, in dem alle Massentheilchen so innig mit einander verbunden seien, dafs sie insgesamt den genannten bewegenden Kräften ausgesetzt bleiben. Wenn dagegen der innere Kern aus einer Flüssigkeit bestände, von einem starren Felspanzer bedeckt, so glaubte man, dafs die Präzessionsbewegung sich anders gestalten würde, als bei einem durch und durch starren Körper, indem dann die störende Wirkung des Mondes sich nur auf die Kruste erstrecken, die innere Flüssigkeit dagegen wegen der Trägheit ihrer Theile an der Bewegung der Hülle nicht theilnehmen, oder doch nur einer geringfügigen Einwirkung ausgesetzt sein könnte. Und weiter dachte man, dafs die Verschiebung der Erdaxe — einem einfachen dynamischen Prinzipe gemäfs — in dem Grade bedeutender ausfallen würde, als weniger Masse bewegt wird, also je weniger bedeutend die Stärke der den flüssigen Kern umgebenden festen Hülle ist.

Auf Grund solcher mechanischen Ueberlegungen hat sich der berühmte englische Geophysiker Hopkins um das Jahr 1839 das Problem gestellt, die Präzessionsbewegung von sphäroidischen Körpern unter der Annahme der Fluidität ihres inneren Kerns zu untersuchen. Er fand, dafs die Bewegung der Erdaxe überhaupt nur möglich sei, wenn unser Weltkörper aus einem Centralmeere geschmolzener Felsen bestehe, dessen umgebende feste Hülle die Stärke von 30 bis 50 Kilometern erreicht,[3]) dafs aber, wenn die Präzessionsbewegung mit der thatsächlichen, aus den Beobachtungen der Fixsterne abgeleiteten, im Einklang stehen soll, dies mindestens eine Dicke der Hülle von 1300 bis 1600 Kilometer verlangt, und man daher sehr gut den ganzen Erdkörper als durch und durch fest annehmen könnte, falls in seinem Innern die Existenz örtlich begrenzter, mit geschmolzenen Silicaten ausgefüllter Hohlräume zugelassen wird.

Dafs indefs diese Resultate das ihnen namentlich von den Anhängern des Neptunismus entgegengebrachte Vertrauen nicht verdienen, zeigen die sachgemäfsen Einwände, welche hiergegen erhoben worden sind. Neben Hennessy, der mit allen geologischen Thatsachen gegen Hopkins ins Feld zog, hat der bekannte französische Astronom Delaunay gerechte Zweifel gegen die Theorie des englischen Physikers vorgebracht. Hopkins setzt absolute Fluidität des Erdmagmas voraus und vernachlässigt dabei die Zähigkeit oder Viskosität. Nun sind aber alle Flüssigkeiten von einem

[3]) D. h. bei einer geringen Stärke soll gar keine Präzessionsbewegung stattfinden können.

mehr oder minder hohen Zähigkeitsgrade behaftet, d. h. ihre Theilchen können nur unter Ueberwindung eines grofsen inneren Reibungswiderstandes gegen einander verschoben werden. Auf Grund dieser Viskosität und der sie begleitenden Reibung, die bei einem allmählichen Uebergange von dem festen in den flüssigen Zustand stets auftritt, erscheint es als aufser Frage stehend, dafs Hülle und Flüssigkeit sich nahezu so bewegen werden, als ob beide ein starres mechanisches System bilden. Experimente, welche Champagneur im Laboratorium der Sorbonne mit einem Glasballon anstellte, der verschiedene zähe Flüssigkeiten enthielt, haben dies vollkommen bestätigt. Bei kleinen Schwingungen des Ballons zeigte sich in der That, dafs der Inhalt in allen Punkten der Bewegung seiner Umhüllung folgte, und nur bei gröfseren Geschwindigkeiten trat diese Uebereinstimmung nicht so offenkundig hervor. Bei der Präzession handelt es sich nun aber um eine Bewegung von äufserster Langsamkeit, indem bekanntlich die Erdaxe in 26 000 Jahren den vollständigen Kegelmantel um ihre mittlere Lage beschreibt. Und da aufserdem die Reibung bei den im Erdinnern obwaltenden enormen Druckkräften eine ebenso gewaltige Steigerung erfahren mufs, unterliegt es wohl keinem Zweifel, dafs die sinnreiche, aber in ihren Grundlagen etwas bescheidene Hopkinssche Analyse die Frage nach dem Aggregatzustand des Erdkerns der Lösung nicht näher geführt hat.

Ebensowenig ist wohl zu erwarten, dafs sich eine jüngst von dem belgischen Astronomen Folie angeregte Vorstellung bewahrheiten wird, wonach die Nutation, d. h. jene kleine periodische Bewegung, welche der Weltpol bei seinem Kreislauf um den Pol der Ekliptik ausführt, ein untrügliches Kriterium für eine noch gegenwärtig theilweise bestehende Fluidität des Erdinnern darbieten soll. Vom Standpunkte der Theorie aus wären hiernach kleine, tägliche periodische Ortsveränderungen der Fixsterne an der Himmelssphäre zu erwarten, deren Existenz Folie für gesichert hält. Es ist aber bis jetzt nur weniges bekannt geworden, was zu der Annahme von täglichen Perioden — aufser den durch die Aberration bewirkten — in den Positionen der dem Himmelspole nahen Fixsterne berechtigen könnte.[4])

Bis in die jüngste Zeit hinein hat man sich in der Theorie der Bewegung der Erdaxe, sowie überhaupt bei der Behandlung geophysischer Probleme mit einer Voraussetzung begnügt, die der Wirklich-

[4]) Vergl. hierüber Himmel und Erde, Jahrg. I, S. 489.

keit nicht ganz entspricht, nämlich mit der Voraussetzung, dafs der Erdkörper als ein System starr mit einander verbundener Massenpunkte betrachtet werden könne und demnach keiner Formveränderung unterworfen sei. Dieser vereinfachende und über viele Schwierigkeiten hinweghelfende Gesichtspunkt ist gewifs bei vielen Untersuchungen in der uns näher liegenden Erscheinungssphäre körperlicher Bewegungsvorgänge durchaus berechtigt. Allein bei einem Körper von so umfassenden Dimensionen, wie sie der Erdball darbietet, welcher so enormen Gewalten, wie der Anziehungskraft des Mondes und der Sonne ausgesetzt ist, hat man sich mit Recht neuerdings veranlafst gefühlt, auf die Strukturverhältnisse Rücksicht zu nehmen, ihn gewissermafsen als einen elastischen Ball zu betrachten.

Die Untersuchung der Bewegungsvorgänge elastischer Kugeln und Kugelschalen verdanken wir neben Lamé besonders dem Scharfsinne des schon genannten englischen Physikers Sir William Thomson. Bei seinen überaus schätzenswerthen Bemühungen, rein theoretische Forschungsergebnisse für die grofsen geophysischen Probleme auszuwerthen, wurde er zu Resultaten geführt, die wohl geeignet sind, unser Erstaunen wach zu rufen. So fand er, dafs unter dem Einflufs der die Rotation begleitenden Schwungkraft eine Kugel von den Gröfsenverhältnissen und der Umdrehungsgeschwindigkeit unserer Erde sich erheblich an den Umdrehungspolen abplatten müfste, selbst wenn sie ganz aus Stahl, Glas, oder sonst einer der härtesten Substanzen bestände, und dafs diese Abplattung nur um weniges hinter derjenigen zurückstehen würde, die wir gegenwärtig an unserer Erde beobachten.

Halten wir an diesen Forschungsergebnissen fest — und sie sind mit späteren Experimenten von Treska, St. Vénant, Kohlrausch und anderen, wonach keine materielle Substanz einen absolut starren Zustand besitzt, sondern unter genügendem Drucke mehr oder minder in ein Fliefsen geräth, in vollem Einklang — so läfst sich zunächst eine wichtige Schlufsfolgerung machen, die den von Newton in seinen „Prinzipien“ gegebenen Beweis betrifft, dafs die heutigen Gestaltungsverhältnisse unseres Weltkörpers nur mit einem ursprünglich flüssigen Zustand desselben vereinbar seien. Offenbar kann dieser Beweis insofern nicht mehr als unanfechtbar gelten, als ja die Frage nach dem Grade der Fluidität vollkommen offen bleibt, und wir nunmehr wissen, dafs, falls dieser Grad nur das geringe Mafs erreicht, welches wir an den härtesten uns bekannten Substanzen wahrnehmen,

die Abplattungsverhältnisse sich nicht viel anders stellen würden, als die thatsächlich beobachteten. Der erste, welcher dieser Idee Ausdruck verlieh, war der englische Physiker H. Spencer.

Man hatte daher in der Neuzeit sehr gewichtige Gründe, den unfruchtbaren Begriff „starr" bei Untersuchung der grofsen geophysischen Probleme überhaupt zu unterdrücken und durch mehr geeignete Ausdrücke als „plastisch und biegsam" zu ersetzen, und, wenn von einem theilweise fluiden Zustand unseres Planeten die Rede ist, auf den mehr oder minder hohen Grad der Zähigkeit und der inneren Reibung Bezug zu nehmen. Bei solchen Strukturverhältnissen war aber der mechanischen Behandlung geophysischer Probleme ein weites fruchtbares, jedoch auch überaus schwieriges Feld eröffnet, um dessen Bearbeitung sich neben William Thomson besonders George Darwin in Cambridge verdient gemacht hat.

Wenn wir nun gezwungen sind, die Erdkruste nicht als starre Schale, sondern wie eine von einem inneren Magmameere getragene elastische Haut zu betrachten, so werden wir zugeben, dafs alle Formänderungen, welche die innere Flüssigkeit erleidet, von dieser auf die umgebende Hülle übertragen werden müssen. Es ergiebt sich hieraus mit Nothwendigkeit, die Formänderungen zu untersuchen, welchen eine so gestaltete Erdkugel unter dem Einflusse der enormen Attraktionskräfte von Sonne und Mond ausgesetzt ist; denn, falls dieselbe nicht einen sonst in der Natur unbekannten Grad der Festigkeit besitzt, müssen ja Formänderungen nothwendig dadurch eintreten, dafs jedes der beiden Gestirne die ihm näher gelegenen Erdtheilchen stärker anzieht als die entfernteren, ein Umstand, der bekanntlich die grofsen Fluthbewegungen des flüssigen Erdmantels erzeugt.[5])

Wie an der Oberfläche das Meer, so soll nach der Thomson-Darwinschen Theorie die gesamte feste Erdrinde in gewissem Grade die Schwankungen des Wasserspiegels mitmachen; sie soll nicht eine träge starre Masse sein, die nur von aufsen wie eine Steinkugel gemodelt und gefeilt wird, innen aber todt und regungslos ist, — nein, ein eigenes Planetenleben soll noch in ihrem Herzen pulsiren. Dieses Leben würde nach Thomson auch dann noch bestehen können, wenn der gesamte Globus eine Sprödigkeit besäfse gleich derjenigen des Stahles oder Glases; er müfste auch dann noch den flutherregenden Einflüssen von Sonne und Mond in erheblichem Grade nachgeben

[5]) Vergl. den Aufsatz: „Die Fluthbewegung des Meeres und der Luft". Himmel und Erde, II. Jahrg. S. 207.

und körperliche Gezeiten, sogenannte „bodily tides“ aufweisen, die freilich nicht so bedeutend sind, wie diejenigen des Wasseroceans.

Uns können hier nur die Beziehungen interessiren, welche diese Theorie mit der Frage nach der inneren Erdgestaltung verknüpfen. Aber bevor wir uns in die hierzu nothwendigen Betrachtungen einlassen, soll ein Zweifel beseitigt werden, der sich jedem Unbefangenen sofort aufdrängen wird. Wenn es sich so verhält, wie hier behauptet wird, so müssen die Fluthungen der Erdfesten sich doch auch äufserlich zu erkennen geben. Mit einem Worte, wir müssen die Schrecknisse eines Erdbebens täglich vor Augen haben und aus dem beängstigenden Gefühl, keinen sicheren Standpunkt unter den Füfsen zu besitzen, garnicht herauskommen. Nun, in dieser Hinsicht darf man die tröstliche Versicherung geben, dafs die Stärke und Wirkung solcher Schwankungen des Körperganzen nur geringfügig sein können; mag der relative Stand der anziehenden Weltkörper auch im Innern der Erde Fluthungen erzeugen, so ist doch gewifs nicht diesen, sondern weit mächtigeren Kräften eine gefahrbringende Erschütterung der Oberfläche zuzuschreiben. Die von Alexis Perrey und später von Rudolf Falb verfochtene Vorstellung, dafs bei besonderen Constellationen des Mondes und der Sonne die Reaktionen des Erdmagmas auf die einschliefsende Hülle eine alleinige Ursache zu Erdbeben abgeben könnten, ist schon darum hinfällig, weil es unerklärlich bleibt, wie die der Erdrinde sich unmittelbar anschliefsende Flüssigkeit als Stofs und nicht als Druck wirken soll. Auch verliert diese kosmische Katastrophen-Theorie alle Wahrscheinlichkeit, da die Erdrinde — wie wir sogleich sehen werden — jedenfalls nicht so geringe Dicke besitzt, wie sie diese Theorie nothwendig beanspruchen mufs. Was aber die andere Seite des Zweifels betrifft, dafs sich die Fluthungen des Erdganzen unserer Wahrnehmung entziehen, so ist dies keineswegs wunderbar, da ja doch alle Gegenstände auf der Oberfläche die jedenfalls nicht bedeutenden Schwankungen mitmachen müssen und Fixirpunkte, wie wir sie für die oscillirenden Bewegungen des Meeres an den Pegeln besitzen, hier undenkbar sind. Die Gezeiten der Erdfesten müssen unserer Wahrnehmung ebenso entgehen, wie diejenigen des Wassers einem Beobachter zu Schiffe auf hoher See.

Nur auf indirektem Wege könnte das Vorhandensein der Körperfluthungen festgestellt werden, indem man nämlich untersucht, ob die Oceangezeiten in Bezug auf Höhe kleiner ausfallen würden, als es durch die Theorie des auf absolut starrer Unterlage oscillirenden Wassers angezeigt wird. Denn da unter den genannten Voraus-

setzungen der Meeresboden die periodischen Auf- und Abwärtsbewegungen des Meeresspiegels mitmachen müfste, würde die Höhe der Gezeiten gleich der Differenz in der Bewegung des Wassers und der trägeren Erdrinde sein, und folglich könnten nur verkleinerte oder sogenannte „Differentialfluthen" zur Erscheinung kommen.

Um sich aber von dem Bestehen der Körperfluthen zu überzeugen, wird man neben der Theorie auch die Erfahrung zu Rathe ziehen müssen; während jener als Aufgabe zufällt, die Höhe der Oceangezeiten auf absolut starrer Unterlage zu ergründen, mufs diese das nothwendige Beobachtungsmaterial zum Vergleich herbeischaffen.

Die vollständige Lösung der ersten Aufgabe kann leider wegen der sich hierbei geltend machenden unberechenbaren Einflüsse nur sehr mangelhaft unter der vereinfachenden Annahme einer ganz mit Wasser bedeckten Erdkugel von gleichmäfsiger oder doch sehr gesetzmäfsig sich ändernder Tiefe erfolgen, während in Wirklichkeit die Lage der Kontinente und Inseln, die Ungleichheit in der Tiefe der Meeresbecken, das Eingreifen der Wind- und Meeresströmungen, die Wärmestrahlung der Sonne, sowie die Reflektionswirkungen der Küsten die Höhe der Gezeiten in einer Weise beeinflussen, die der Berechnung ganz unzugänglich ist. Von den mannigfachen hierdurch erzeugten Störungen werden aber aus leicht übersehbaren Gründen die kurzperiodischen Gezeiten in überwiegendem Mafse betroffen, während man von den langperiodischen erwarten darf, dafs ihre empirische Festlegung mit viel gröfserer Genauigkeit erfolgen kann. Wenn nämlich das flutherregende Gestirn senkrecht über einem Punkte des Oceans steht, erhebt sich daselbst eine Fluthwelle, indem das Wasser von allen Seiten zusammenströmt, um das Material zur Anschwellung herzugeben. Nun bewegt sich aber der Scheitelpunkt der Welle mit dem Gestirne fort, und weil letzteres sich während der Tagesperiode nicht immer über dem Meere befindet, sondern zeitweise über die grofsen Länderflächen hinstreicht, wo das zur Bildung der Welle erforderliche Material entweder ganz fehlt, oder in der Kürze der Zeit — bei der halbtäglichen und täglichen Fluth — nur sehr mangelhaft herbeigeschafft werden kann, so wird wegen der unvollkommenen Ausbildung der Welle ein Vergleich mit der Theorie nicht gut möglich sein. Bei den langperiodischen Gezeiten dagegen, z. B. der vierzehntägigen Mondfluth, werden die Störungen nur in geringem Mafse der Ausbildung entgegenwirken, da die vollen acht Tage, welche sie zu ihrer Entwicklung Zeit hat, bei der leichten Beweglichkeit des Wassers

hinreichen dürften, um die lokalen Defekte durch eine allmähliche Aufsummirung des flüssigen Materials zu decken.

Deſshalb wird vor allem die vierzehntägige, durch den Deklinationswechsel des Mondes erzeugte Fluth, sowie die monatliche elliptische Mondfluth geeignetes Beobachtungsmaterial für die Entscheidung der Frage nach den Gezeiten des Körperganzen liefern können, umsomehr als sie den Vorzug bieten, von meteorologischen Einflüssen frei zu sein, welche die Sonnenfluthen zu jeder genaueren Vorausbestimmung unfähig machen.

Gegenwärtig wird diesen äuſserst interessanten und wichtigen Vorgängen von einer Anzahl Forscher die aufmerksamste Beobachtung gewidmet, namentlich hat die auf Anregung der British-Association von der englischen Regierung mit den besten Hülfsmitteln ausgestattete Gezeiten-Kommission unter der Leitung von J. C. Adams und G. H. Darwin neben den praktischen Bedürfnissen der Nautik auch den wissenschaftlichen Zweck nicht auſser Augen gelassen, und man darf hoffen, dass durch die Bearbeitung des schon reichlich angesammelten Erfahrungsmaterials die Frage einer baldigen endgültigen Lösung näher gebracht werden wird.

Vergleicht man die bis zum Jahre 1883 aus 33-jährigen Ablesungen der Pegelstände in englischen und indischen Häfen sich ergebenden Höhen der Gezeiten längerer Periode mit denen der Gleichgewichtstheorie auf starrer Unterlage, so läſst das Resultat der englischen Beobachtungen nach Darwin den Schluſs zu, daſs der Erdkörper in der That ein elastisches Nachgeben unter dem Einfluſs der flutherregenden Gestirne zeigt, wie es einer gleich groſsen, aus Stahl bestehenden Kugel zukommen würde. Die mehr zuverlässigen indischen Messungen deuten dagegen auf ein weit geringeres Nachgeben, also auch auf eine weit gröſsere Festigkeit des Erdkörpers als Ganzes hin. Sind wir erst im Besitze umfassenderer und genauerer Kenntnisse der Gezeitenverhältnisse, so wird sich der Versuch einer Abschätzung des Festigkeitsgrades mit mehr überzeugender Kraft ausführen lassen, weil eine für diesen Fall sehr günstige — von dem Umlauf des Mondknotens abhängige — kleine Fluthbewegung mit einer Periode von 18.6 Jahren vorhanden ist, deren Ausbildung keine Hindernisse entgegenstehen. Freilich wird hier besondere Genauigkeit in der Beobachtung geboten sein, weil, wie Darwin bemerkt, die Höhe dieser Fluth am Aequator nur $^1/_3$ Zoll erreicht, und eine vorläufige Untersuchung anzudeuten scheint, dass noch andere, verhältniſsmäſsig be-

trächtliche Veränderungen des Meeresniveaus stattfinden können, deren Ursachen zur Zeit noch wenig bekannt sind.[6])

Die Thomsonsche Theorie der Deformation der Himmelskörper ist wegen ihrer grofsen Wichtigkeit für die astronomische und geologische Wissenschaft von Darwin vielfach weiter verfolgt worden, indem er sie auf die Untersuchung der Gezeitenverhältnisse zähflüssiger Sphäroide von verschiedenem Grade der Viskosität ausdehnte. Hierbei ergab sich, dafs, wenn die Erde ein Sphäroid von dem Flüssigkeitsgrade geschmolzener Lava wäre, umschlossen von einer etwa 100 Kilometer dicken Rinde, sie den flutherregenden Kräften fast ganz so folgen müsse, wie eine gleich grofse Wasserkugel. Auf einer solchen müfsten nach der Ansicht des englischen Geophysikers infolge der Nachgiebigkeit ihrer Theilchen auch die kurzperiodischen Gezeiten nicht zur Erscheinung kommen können. Da aber die halbtäglichen Meeresfluthen unzweifelhaft vorhanden sind, so rechtfertigt dies den Schlufs, dafs die Erde im Innern nicht gut aus einem zähflüssigen Centralmeere, sondern nur aus einem durch und durch festen, wenn auch elastischen Material bestehe.

Auch hat neuerdings derselbe Forscher noch ein anderes, wesentliches Argument für die von ihm und Thomson vertretene durchgreifende Festigkeit unseres Weltkörpers vorgebracht. Sie beruht auf der Voraussetzung, dafs unsere Erdkugel wegen der ungleichmäfsigen Vertheilung von Festlandsmassen keine Gleichgewichtsfigur in Bezug auf ihre tägliche Rotation sei. Wo aber eine rotirende Masse nicht vollkommen symmetrisch zur Umdrehungsaxe vertheilt ist, da mufs diese letztere Lagenänderungen im Körper erleiden, welche nicht plötzlich, sondern sehr allmählich sich vollziehen und das Auftreten innerer Druckkräfte zur Folge haben.[7]) Unser Erdkörper scheint in der That um seine Rotationsaxe noch kleine Schwankungen auszuführen, woraus folgen würde, dafs sein Inneres sich im Zustande der Spannung befindet. Aus dem Umstande, dafs weder die Kontinente einsinken, noch die Oceane aufbrechen, schliefst Darwin, dafs das Erdmaterial widerstandsfähig genug sei, um diesen inneren Druckkräften Gleich-

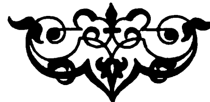
[6]) 15-jährige Beobachtungen im indischen Hafen von Karachi haben in Bezug auf die 19-jährige Fluth zu keinem Resultate geführt. Die störenden Einflüsse erwiesen sich weit bedeutender als die wirklichen Fluthschwankungen. Vergl. hierüber Darwins Artikel: „The Tides" in der Encyclopaedia Brittannica und den Aufsatz von Zöpperitz „Ueber die Mittel und Wege zu einer besseren Kenntnifs des Erdinnern zu gelangen," Verhdlg. des ersten deutschen Geographentages 1881.

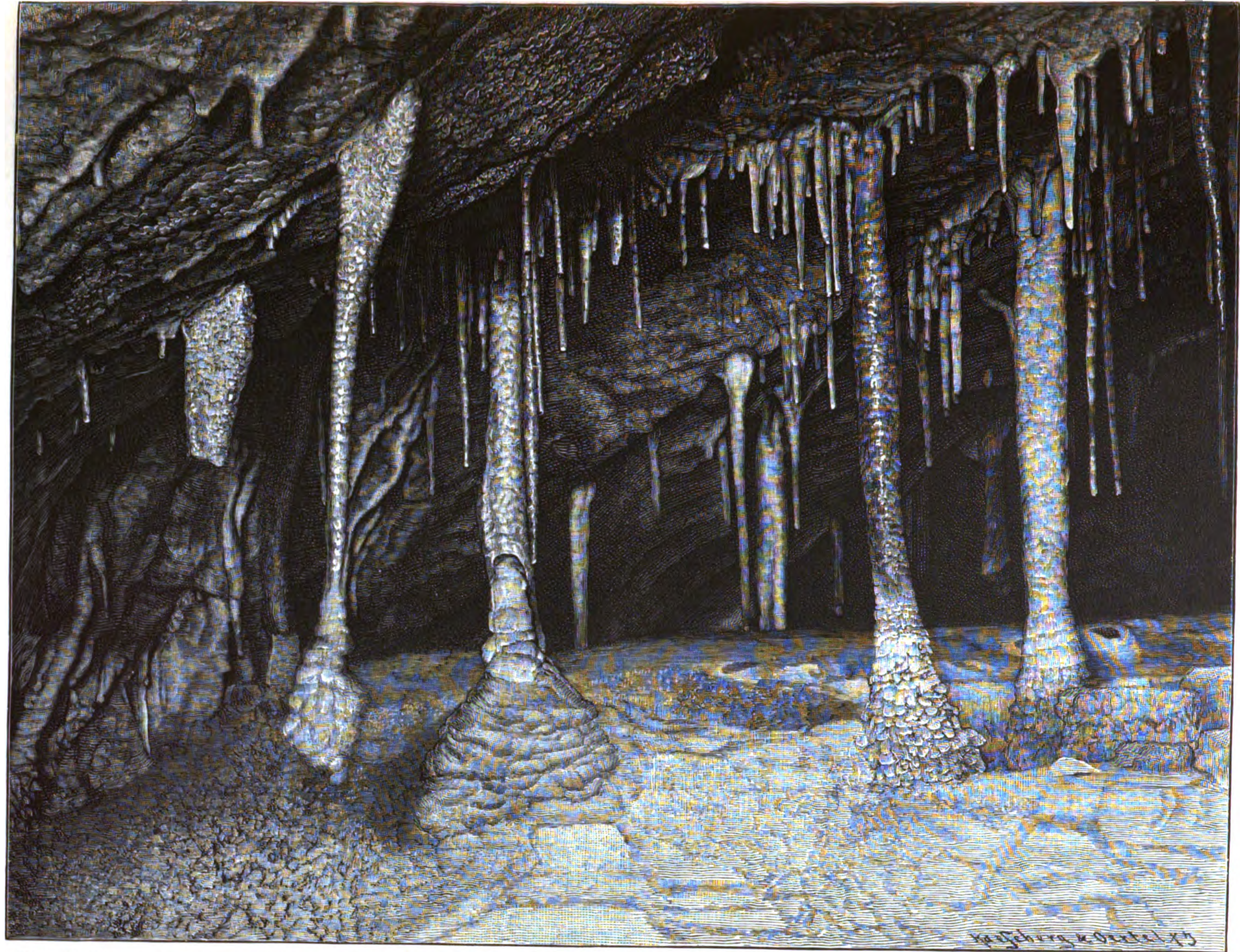
[7]) Vergl. Himmel und Erde, Jahrg. I, S. 110 und Jahrg. II, S. 395.

gewicht zu halten, was bei der durch die Lastvertheilung von Amerika, Afrika und dem atlantischen Ocean bewirkten Druckdifferenz schon in 1600 Kilometer Tiefe eine Festigkeit des Materials erfordert, welche derjenigen des Granits gleich käme. Zu ähnlichen Schlufsfolgerungen gelangte schon früher der deutsche Physiker v. Helmholtz.

Wie steht es nun aber bei einem durch und durch festen Erdball mit den vulkanischen Erscheinungen, mit dem Empordringen schmelzflüssiger Lava aus dem Schofse der Erde? Wir wollen hier nur erwähnen, dafs einige Geologen versucht haben, diese Phänomene unter der Annahme eines starren Erdkörpers zu erklären. So hat unter andern E. Reyer eine in diesem Sinne beachtenswerthe Darlegung gegeben. Hiernach müfste sofort eine Verflüssigung der inneren festen Erdsubstanz eintreten, wenn durch irgend welche Ursachen, etwa durch Bildung einer Spalte oder einer in die Tiefe reichenden Verwerfung, der auf der inneren Masse lastende Druck — durch welchen bekanntlich die Erstarrungstemperatur gehoben wird — nachläfst. Jedenfalls steht das Empordringen gluthflüssiger Lava bei dem heutigen Stande der Wissenschaft nicht gerade im Widerspruch mit einem festen Erdkörper.

(Schlufs folgt.)





Mit Kalkspatkrystallen überkrustete Tropfsteinbildungen aus der neuen Hermannshöhle bei Rübeland im Harz.



Die Hermannshöhle bei Rübeland im Harz.

Von Dr. W. Levin,

Oberrealschullehrer in Braunschweig.

Jeder schöne Sommertag führt dem kleinen braunschweigischen Hüttenorte Rübeland im Bodethale eine grofse Zahl von Touristen zu; wenige der letzteren versäumen es die beiden seit langer Zeit bekannten Höhlen, die Baumanns- und die Bielshöhle, zu besuchen. Wer heute die Baumannshöhle betritt, steht auf einem Boden, welcher schon seit länger als zwei Jahrhunderten den Freunden der Natur zugänglich ist; auf derselben Stelle haben vor ihm schon Tausende und Abertausende den eigenartigen Reiz bewundert, welchen das nimmer ruhende Schaffen der Natur fern vom Tageslichte auf uns ausübt. Aber gerade dadurch, dafs so viele vor uns dort die herrlichen Tropfsteinbildungen berührt haben, dafs sie mit russendem Grubenlicht den ursprünglich blendend hellen Kalksteinflächen zu nahe gekommen sind, hat die Baumannshöhle unendlich viel von ihrer Schönheit verloren. Die bengalische Beleuchtung, welche auf Wunsch jederzeit beschafft wird, wirkt im Augenblik wunderschön, aber auf die Dauer äufserst schädlich. Die Baumannshöhle zeigt daher nur noch schwache Reste ihrer früheren Pracht, und von der Bielshöhle gilt ziemlich dasselbe.

Um so erfreulicher ist es, dafs neuerdings in unmittelbarer Nähe von Rübeland eine neue prächtige Höhle erschlossen ist, welche die beiden schon früher bekannten nicht allein an räumlicher Ausdehnung, sondern mehr noch durch ihre wunderbaren Tropfsteinbildungen und durch gut erhaltene Reste vorweltlicher Thiere übertrifft.

Im Jahre 1866 fand ein Wegearbeiter an der Chaussee von Rübeland nach Hasselfelde beim Wegräumen von Gesteinschutt einen tiefen Spalt im anstehenden Felsen, so grofs, dafs man mit Hülfe einer Leiter

hineinklettern konnte. Wie sich darauf bald herausstellte, führte dieser Spalt in einen mächtigen unterirdischen Raum, welcher zunächst nach dem Spitznamen des findigen Steinbrucharbeiters die „Sechserdingshöhle“ genannt wurde. Eine vorläufige wissenschaftliche Untersuchung der Höhle wurde in den siebziger Jahren versucht und zwar von Seiten des vor einigen Jahren in Braunschweig verstorbenen Geheimen Kammerraths Hermann Grotrian. Letzterer stellte Ausgrabungen an und fand einige Reste von Nagethieren und vom Schneehuhn, Geweih- und Kieferstücke des Rennthiers und zwei Stirnzapfen einer Antilope. Nach Grotrians Vornamen erhielt die Höhle die Bezeichnung „Hermannshöhle“.

Eine Erschliefsung der Höhle für das grofse Publikum fand damals noch nicht statt, es war vielmehr in jedem Einzelfalle eine besondere Erlaubnifs zum Betreten der unterirdischen Räume erforderlich. Im Herbst 1887 beschlofs die braunschweigische Regierung eine vollständige wissenschaftliche Durchforschung alles dessen, was sich bislang noch im Dunkel der Höhle den Blicken des Forschers entzogen hatte; Dr. J. H. Kloos, Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig, wurde mit der Leitung der geologischen Untersuchungen betraut. Im Anschlufs daran stellte Prof. Dr. Max Müller in Braunschweig eine Reihe vortrefflicher photographischer Aufnahmen vom Innern der Hermannshöhle her. Die bislang erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse der Höhlenuntersuchung sind bereits zusammengestellt und kürzlich von der technischen Hochschule zu Braunschweig mit Unterstützung des Herzogl. Staats-Ministeriums im Druck herausgegeben. Die ausgezeichnete Arbeit[1]) bietet dem Geologen sehr viel Neues, dabei aber ist sie auch für den Laien durchaus verständlich. Die in nachstehenden Zeilen gegebene Schilderung der Höhle folgt im wesentlichen der ausführlicheren Darstellung des Herrn Prof. Dr. Kloos.

Wir betreten die Höhle durch den Spalt, welchen Sechserding im Jahre 1866 aufgefunden hat; eine 4 m lange Leiter führt uns hinab auf eine ziemlich ebene Bodenfläche. Dort ist es uns möglich zuweilen aufrecht, zuweilen kriechend vorwärts zu gelangen, über uns spannt sich ein etwa 15 m breites Gewölbe, vielfach durch Pfeiler gestützt und geschmückt durch eine grofse Menge prächtigster Tropfsteinbildungen. So geht es fort, bis wir 70 m vom Eingange entfernt

[1]) Der vollständige Titel des betreffenden Werkes ist der folgende: Die Hermannshöhle bei Rübeland, geologisch bearbeitet von Prof. Dr. J. H. Kloos, photographisch aufgenommen von Prof. Dr. Max Müller. Weimar, Verlag der deutschen Photographenzeitung (K. Schwier) 1889. Preis 15 Mark.

sind, dann aber gelangen wir an eine Stelle, welche am Boden mit feuchtem Schlamm bedeckt ist; beständig tropft Feuchtigkeit von oben herab, mächtige Gesteinblöcke mit scharfen Kanten erschweren den Weg, wir sind an einer Bruchstelle, an welcher — wohl infolge der starken Wasserzirkulation — vor nicht zu langer Zeit ein Einsturz stattgefunden hat. Hier fand Prof. Kloos in einer seitlichen Verzweigung der Höhle eine Spalte, welche senkrecht nach oben führt. Diese Spalte war angefüllt mit derjenigen eigenartigen feinpulverigen Masse, welche sich in den meisten Bären- und Hyänenhöhlen am Boden findet und daher den Namen Höhlenlehm erhalten hat. Wie aber konnte dieser Höhlenlehm, welcher eine grofse Zahl von Raubthierknochen in sich barg, dorthin gelangt sein, hochoben in die senkrecht aufwärts führende Spalte? Offenbar konnte er nicht von unten hinauf gekommen sein, er mufste vielmehr von einer zweiten Höhle herrühren, welche über der zuerst entdeckten liegt. Es galt daher in der Spalte aufwärts vorzudringen in der Hoffnung, dadurch in den zweiten Hohlraum zu gelangen. Aeufserst beschwerlich und keineswegs gefahrlos war die Arbeit, von unten her durch die mit Höhlenlehm und zum Theil auch mit schweren scharfkantigen Geröllen angefüllte Spalte einen Weg zu bahnen. Unter Anwendung von Dynamitpatronen, welche auf elektrischem Wege entzündet wurden, gelang es nach langem Bemühen, die 9 m mächtige Spaltenausfüllung zu durchbrechen. Die Vermuthung, dafs oben ein zweiter Hohlraum vorhanden sein müsse, erwies sich als vollkommen richtig; man kam in eine neue gewaltige Höhle, welche 10 m in der Breite und etwa 8 m in der Höhe mifst bei einer Länge von 120 m. Die Tropfsteinbildungen in diesem neu entdeckten Raume übertreffen durch die Kühnheit ihrer Formen und durch das blendende Weifs ihrer Oberfläche selbst diejenigen der unteren Höhle. An Knochenresten, namentlich an Knochen des Höhlenbären ergab sich hier eine beispiellose Fülle. Man hat demnach diesen Raum in mehr als einer Beziehung als die Haupthöhle anzusehen, und es erwies sich daher als nothwendig, gerade diese durch einen bequemen Zugang mit der Aufsenwelt in Verbindung zu setzen. Ein richtiger Stollen wurde von aufsen her in den Felsen hineingetrieben, in einer Entfernung von 19 m war die Haupthöhle erreicht. Dieser Stollen wird auch in Zukunft den Haupteingang zur Hermannshöhle bilden.

Die Entdeckungsfahrten innerhalb des unterirdischen Raumes wurden nun immer noch fortgesetzt. Es stellte sich bald heraus, dafs unter den beiden bislang erwähnten Räumen noch ein dritter, aller-

dings sehr niedriger und zuweilen ganz unterbrochener Hohlraum vorhanden ist. In diesem tiefsten Niveau der Hermannshöhle findet sich ein kleines Gewässer, ein Höhlenbach; merkwürdigerweise fliefst derselbe in ganz derselben Höhe wie die Bode in ihrem dicht benachbarten Thale; ohne Frage ist er als ein unterirdischer Seitenarm der Bode anzusehen. Von einer Stelle dieses am tiefsten liegenden kleinen Hohlraumes konnte man wieder aufwärts gelangen zu einem neuen Raume, welcher die imposante Höhe von 19 m erreicht, während die Breite an einigen Stellen 22 m beträgt. Es gelang Herrn Prof. Kloos festzustellen, dafs dieser höchste Theil der unterirdischen Räume als eine Fortsetzung der Haupthöhle nach Osten auzusehen ist. Oben an den Seitenwänden dieses Hohlraumes erkennt man die Reste einer eingestürzten Terrasse. Auch diese Terrasse war, wie noch deutlich zu sehen ist, mit Höhlenlehm bedeckt, sie mufs daher früher einmal den Untergrund eines selbständigen Hohlraumes gebildet haben. Demnach mufs einstmals auch über der jetzigen Haupthöhle noch eine weitere Etage vorhanden gewesen sein. Man hat somit in der Hermannshöhle insgesamt nicht weniger als 4 Stockwerke zu unterscheiden. Die Gesamtlänge der jetzt fahrbaren Hohlräume beträgt 413 m; rechnet man dazu noch die vielen Seitengänge, so ergiebt sich eine Länge von über 600 m.

Den prächtigen Stalaktiten, welche in überwältigender Fülle von der Decke der Hermannshöhle herabhängen, stehen in der Regel am Boden von unten herauf wachsende Stalagmiten gegenüber. Unter den kleineren Stalaktiten finden wir die sämtlichen Jugendformen dieser merkwürdigen Tropfsteingebilde, so dafs wir uns danach die ganze Entwickelungsgeschichte derselben zusammenstellen können. Ein Tropfen Sickerwasser kommt aus dem Gestein hervor, nachdem er dort eine allerdings recht geringe Menge von kohlensaurem Kalk aufgelöst hat; er hängt an der Decke der Höhle, bereit in jedem Augenblick herabzufallen. An seiner Oberfläche scheidet sich infolge der Verdunstung des Wassers eine ganz feine Haut von kohlensaurem Kalk ab. Beim Herabfallen mufs der Tropfen diese feine Kalkumhüllung nach unten durchbrechen, es hinterbleibt dann nur die Seitenwand in Form einer aufserordentlich kurzen Röhre. Weil nun wieder und immer wieder ein neuer Tropfen an derselben Stelle zur Tiefe geht, wird das feine Röhrchen stärker und länger; die so gebildeten einfachen Röhren aus Kalkspat haben einen Durchmesser von 5—6 mm und erreichen eine Länge von 30—40 cm. Dann aber füllt sich das Innere der Röhre von aufsen her nach der Mitte zu mit vielen spitzen

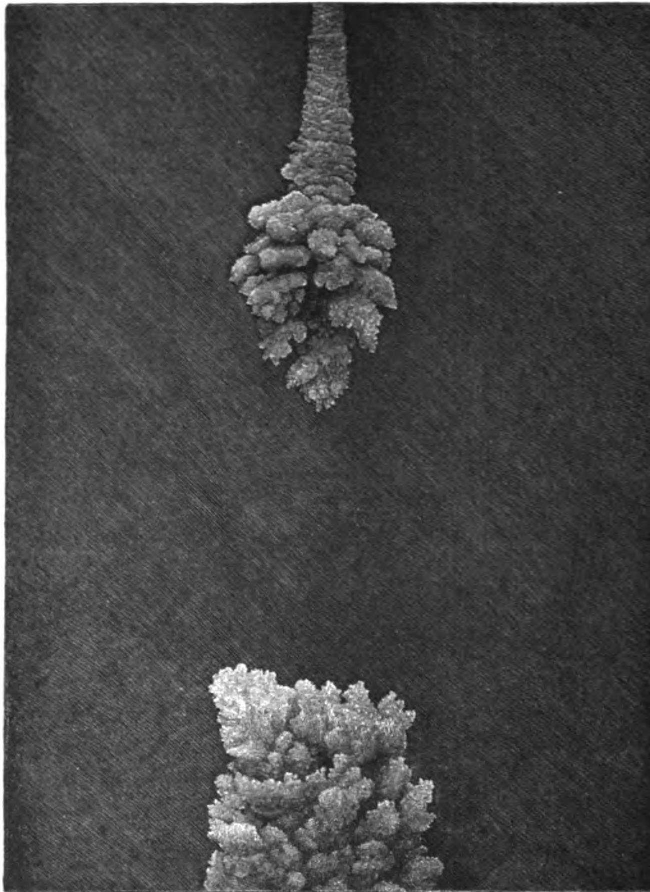
Kalkspatkrystallen (die Krystallform ist wahrscheinlich — 2 R). Nun mufs das Sickerwasser an der Aufsenfläche des Stalaktiten herablaufen; derselbe wächst daher jetzt von innen nach aufsen.

Denken wir uns, dafs in irgend einem niedrigen Winkel eines unterirdischen Hohlraumes Stalaktiten gebildet sind, welche fast bis zum Boden hinabreichen. Wenn daran später aus irgend welchem Grunde — vielleicht infolge der Verstopfung einer Spalte — das Sickerwasser verhindert wird abzufliefsen, so kann es vorkommen, dafs die Stalaktiten in das kalkhaltige Wasser hineinragen und dafs sie dort Veranlassung bieten zur Abscheidung von Kalkspatkrystallen, welche sich in grofser Zahl um einen Stalaktiten als Mittelpunkt herumlagern. Derartige Kalkspatneubildungen hat die Hermannshöhle in den wunderbarsten und mannigfaltigsten Formen aufzuweisen. Die einzelnen Kalkspatkrystalle sind Rhomboëder (meist — 2 R), deren Kanten die Länge von etwa einem Centimeter erreichen. Dutzende dieser Krystalle durchkreuzen einander und stehen dann wieder mit anderen Durchkreuzungsgruppen in Verbindung, so dafs man die ganze Krystallanhäufung wohl mit einer starken Weintraube vergleichen könnte. Auch einer Koralle sind diese Krystallmassen häufig nicht unähnlich. Viele erreichen eine Breite von 35 bis 40 cm, in manchen Fällen ist der Stalaktit, welcher den Mittelpunkt des Ganzen bildete, nicht mehr zu erkennen, jedenfalls wird derselbe später wieder aufgelöst sein.

An einer Stelle in der Hermannshöhle findet sich ein nicht allzu häufiges Mineral, die Bergmilch, in auffallend grofser Menge. In einer Mächtigkeit von etwa 20 cm überzieht dasselbe den Kalksinter als eine milchweifse poröse Masse, bestehend aus dicht mit einander verwebten kleinen Krystallen von kohlensaurem Kalk. Erst bei starker Vergröfserung unter dem Mikroskop ist es möglich, die kleinen Kryställchen deutlich zu erkennen. Während Gustav Rose der Ansicht war, dafs die Krystalle der Bergmilch Aragonit seien, hält G. Tschermak (Lehrbuch d. Mineralogie 1889) dieselben für Kalkspat. Prof. Kloos ist nun auf Grund seiner mikroskopischen Untersuchung der in der Hermannshöhle gefundenen Bergmilch zu der Ueberzeugung gelangt, dafs in der That Kalkspatrhomboëder vorhanden sind. Auch eine von Dr. Tröger in Braunschweig ausgeführte Bestimmung des specifischen Gewichtes der Bergmilch spricht für Kalkspat, nicht für Aragonit.

Eine besondere Aufmerksamkeit wurde bei der Durchforschung der Hermannshöhle den dort vorkommenden Knochenresten zugewendet.

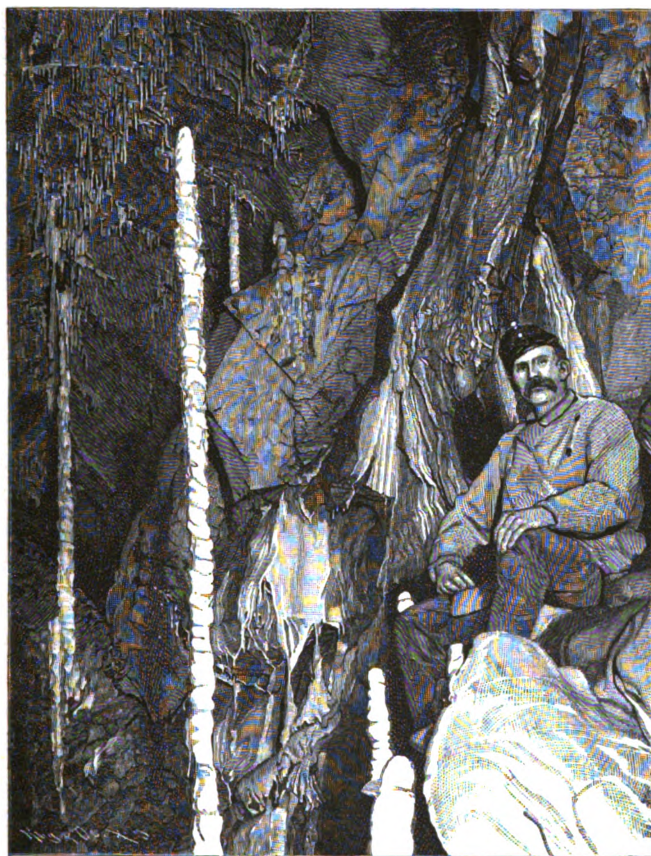
Die mächtigen Anhäufungen von Höhlenlehm, welche sich an vielen Stellen aufgeschichtet finden, sind durch und durch erfüllt mit regellos durcheinander liegenden Knochen. Leider befinden sich die meisten dieser Knochen nicht gerade im besten Erhaltungszustande, äufsert selten findet sich ein Schädel mit dem dazu gehörigen Unterkiefer,



Mit Kalkspatkrystallen überkrustete Tropfsteinbildungen aus der neuen Hermannshöhle bei Rübeland im Harz.

meist liegen Bruchstücke von Gehirnschädeln in regelloser Unordnung zwischen Kalkblöcken, Unterkieferästen, Zähnen und Splittern von Rippen, Wirbeln und Beinknochen. Die überwiegende Mehrzahl der gefundenen Knochen gehört dem Höhlenbären, Ursus spelaeus L., an. Dieses gewaltige Raubthier mufs im Harz in früheren Jahrtausenden ganz besonders günstige Bedingungen seines Daseins gefunden haben, denn auch in der Baumannshöhle bei Rübeland und namentlich in der vom Amtsrath Struckmann in Hannover untersuchten Einhornhöhle

bei Scharzfeld sind die Knochen des Höhlenbären in stattlicher Zahl gefunden. Gegenüber allen früher bekannten, zeichnen sich die in der Hermannshöhle ausgegrabenen Knochen, namentlich aber die Schädel des Höhlenbären durch ganz aufserordentliche Gröfse aus. Einige der letzteren weisen eine Länge von mehr als einem halben Meter



Säulenförmige Stalagmiten aus der neuen Hermannshöhle bei Rübeland im Harz.

auf. Obwohl an keiner Stelle der Höhle auch nur annähernd vollständige Skelette beisammen gefunden sind, ist es doch im naturhistorischen Museum zu Braunschweig gelungen, aus den vielen einzeln aufgefundenen Knochen ein ganzes Skelett des Höhlenbären (bislang das einzige seiner Art) zusammenzustellen.

Gegenüber den nach Tausenden zählenden Knochen des Höhlenbären treten die übrigen Knochenreste, welche bei der Untersuchung der Hermannshöhle gefunden sind, erheblich zurück. Im Höhlenlehm

fanden sich neben Ursus spelaeus nur geringfügige Reste von Wiederkäuern, ferner Hamster und Lemming und in einem Falle auch ein Stück vom Unterkiefer des Wolfes mit Backenzähnen. Man würde sich über die geringe Zahl der gefundenen Thierspecies wundern müssen, wenn nicht die älteren Untersuchungen anderer Bärenhöhlen in Franken, Schwaben, Westfalen und Polen ganz Aehnliches ergeben hätten.

Früher hat man wohl geglaubt, dafs die Knochen vorweltlicher Thiere, welche man in Höhlen findet, von aufsen her durch grofse Wasserfluthen hineingeschwemmt sein könnten. Dann aber wäre es doch kaum zu verstehen, dafs die eingeschwemmten Knochen fast ausschliefslich einer einzigen Thierart angehören; überdies müfsten durch die Hochfluthen gleichzeitig mit den Knochen die allerverschiedensten Gerölle und ebenfalls grofse Schlammmassen in die Höhle eingeführt sein. Von solchen Geröllen und Schlammmassen aber findet sich im Höhlenlehm keine Spur. Letzterer besteht vielmehr aus einem ganz gleichmäfsigen Gemenge von phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk mit etwas Quarzsand und organischen Bestandtheilen.

Die Hermannshöhle mit ihren unzähligen Nebenräumen und Seitengängen wird jedenfalls den Bären der Diluvialzeit eine aufserordentlich günstige Wohnstätte geboten haben; wir können uns daher sehr wohl vorstellen, dafs der Höhlenbär lange Zeiten hindurch der eigentliche Bewohner und zugleich der unumschränkte Beherrscher der Höhle gewesen ist. Es spricht nichts dagegen, dafs viele Generationen nach einander die Höhle bevölkert haben, dafs ihre Leichname dort verwest sind und dafs später die Knochen der abgestorbenen Thiere durch die aus den Spalten des Gesteines hervorquellenden Gewässer an tiefen Stellen der Höhle zusammengeschwemmt sind. Im Zusammenhang damit erkennen wir in dem Höhlenlehm, welcher die Knochenreste umschliefst, nichts weiter als ein Verwitterungsprodukt der Knochenmassen und der Trümmer des Höhlengesteins.

Nicht im Höhlenlehm, wohl aber in einigen Spalten der Hermannshöhle sind Reste vom Schneehuhn, Lemming, Pfeifhasen und vom Rennthier gefunden. Diese Thiere, welche sich längst in die hochnordischen Länder zurückgezogen haben, stammen indessen aus einer jüngeren Zeit als der Höhlenbär. Immerhin aber ist es interessant, dafs man die Reste der nordischen Thiere jetzt auch in der Hermannshöhle nachgewiesen hat, nachdem es durch frühere Untersuchungen, namentlich durch die Arbeiten von Prof. Nehring in Berlin bereits festgestellt war, dafs dieselben während der Diluvialzeit Norddeutschland bewohnt haben.

Spuren einer Thätigkeit des Menschen der Diluvialzeit sind in der Höhle bislang nicht gefunden. Weder Waffen noch bearbeitete Feuersteine sind im Höhlenlehm entdeckt; auch Topfscherben und Holzkohlenstücke, welche nach den Untersuchungen des Amtsraths Struckmann in der Einhornhöhle bei Scharzfeld vorkommen, fehlen bei Rübeland. Wohl findet man unter den Tausenden von Knochen im Höhlenlehm ab und zu einen Röhrenknochen, welcher der Länge nach aufgespalten ist und genau so aussieht, als wenn er vom Menschen zur Gewinnung des Marks zerschlagen wäre. Nicht selten sind in der Fachlitteratur ganz ähnliche Knochenstücke beschrieben und als Beweis für die Thätigkeit des diluvialen Menschen angeführt. Dabei aber dürfen wir nicht übersehen, dafs die in der Hermannshöhle gesammelten Knochen fast sämtlich durch Verwitterung beschädigt sind. Da es überdies feststeht, dafs die Röhrenknochen, sobald sie vom Zahn der Zeit berührt werden, in der Regel der Länge nach aufspringen, müfste es im höchsten Grade gewagt erscheinen, wenn man allein nach dem Vorhandensein der zerspaltenen Knochen auf eine Anwesenheit des Menschen schliefsen wollte.

Möglicherweise werden spätere Forschungen noch weiteres Material ergeben zur Entscheidung der interessanten Frage, ob der Mensch der Vorzeit ein Bewohner der Höhle gewesen ist oder nicht. Es ist nämlich bei der bisherigen Untersuchung von vorn herein darauf Bedacht genommen, dafs möglichst vieles in der neuentdeckten Höhle in seinem ursprünglichen Zustande erhalten bleibt. Man hat demgemäfs den bei weitem gröfsten Theil des Höhlenlehms einstweilen völlig unberührt gelassen. Auf diese Weise hat man einmal für die Dozenten der Geologie ein prächtiges Demonstrationsobjekt bei Höhlenstudien geschaffen, ferner hat man damit auch für spätere paläontologische Untersuchungen ein unschätzbares Material zurückgestellt.

Wie oben bereits erwähnt wurde, besteht die eine Höhle bei Rübeland aus vier über einander liegenden Stockwerken und vielen Seitengängen. Wie haben wir uns nun diese mannigfach gestalteten und weit verzweigten unterirdischen Hohlräume entstanden zu denken? Für die Beantwortung dieser Frage liefert uns eine Beobachtung des Höhlenbaches, welcher die unterste Stufe der Höhle durchfliefst, einige Anhaltspunkte. Die Stelle, an welcher der Höhlenbach sich von der Bode abzweigt, ist nicht ermittelt; wohl aber kann man den unterirdischen Wasserlauf von der Höhle abwärts weiter verfolgen und sich davon überzeugen, dafs er dicht unterhalb der an der Hasselfelder Landstrafse liegenden Oberförsterei sich mit dem Hauptarm der Bode ver-

einigt. An einigen Stellen im untersten Stockwerke der Höhle verschwindet der Bach plötzlich im Gestein und quillt an irgend einem anderen weiter abwärts gelegenen Punkte wieder hervor. Jedenfalls findet dort das Wasser seinen Weg durch ganz feine Spalten des Kalkfelsens, und es kann nicht ausbleiben, dafs dabei im Laufe der Zeit erhebliche Mengen von dem ziemlich leicht löslichen Gestein fortgewaschen werden. Denken wir uns, dafs dasselbe Gewässer Jahrhunderte und Jahrtausende hindurch fort und fort durch die Spalten der Rübeländer Kalkfelsen geflossen ist und dort seine auflösende, nagende Thätigkeit entfaltet hat, so erscheint es uns keineswegs unglaublich, dafs die gewaltigen Räume der Hermannshöhle durch die Auflösung des Kalkgesteins im Wasser des Höhlenbaches entstanden sind. Die ganze Höhle liegt im oberdevonischen Korallenkalk, welcher dort von zwei Systemen parallel verlaufender Spalten durchsetzt ist. Die beiden Spaltensysteme stehen fast senkrecht auf einander, das eine derselben hat die Richtung, in welcher der Felsen an seiner Oberfläche nach dem Bodethal zu einfällt, das andere System verläuft parallel mit dem entgegengesetzten Absturz des Felsens. Die Spalten der beiden Systeme wiesen dem Wasser die Wege durch das Gestein, sie wurden durch Auswaschung erweitert, so dafs schliefslich die grofsen Hohlräume entstanden. Wie sehr die Bildung der letzteren von der Richtung der Spalten abhängig war, erkennt man daran, dafs die Wände der Hohlräume fast überall in der Richtung der Spalten einfallen. Die Längsrichtung der vier grofsen Hohlräume stimmt überein mit der Richtung, in welcher der Höhlenbach heute den untersten Raum durchfliefst und in welcher er in früheren Zeiten jedenfalls die oberen Stockwerke durchflossen haben wird.

Das Bodethal mufs sich ähnlich wie das Thal der Schwarza in Thüringen oder wie das Rheinthal zwischen Bingen und Bonn dadurch gebildet haben, dafs der Flufs sich ganz allmählich immer tiefer in das umgebende Gestein hineinnagte, dafs demnach der Wasserspiegel, welcher ursprünglich bedeutend höher lag, stets tiefer und tiefer zu liegen kam. Wenn nun in einer früheren Zeit der Wasserspiegel der Bode etwa 38 m höher lag, als heute, so wird der unterirdisch fliefsende Seitenarm, welcher seinen Weg durch die Spalten des oberdevonischen Kalkfelsens nahm, auch gegen 38 m höher geflossen sein, als der jetzige Höhlenbach. Dabei wurde das oberste Stockwerk der Höhle in ganz derselben Weise gebildet wie heute das unterste vor unseren Augen durch die Thätigkeit des Wassers entsteht. Die 4 Stockwerke der Höhle bezeichnen demnach die Höhen, in welchen in

vier auf einander folgenden Perioden der Höhlenbach geflossen ist; die Bode selbst wird dabei stets ungefähr dasselbe Niveau gehabt haben, welches in der gleichen Zeit der Höhlenbach hatte.

Im zweiten Stockwerk der Höhle finden sich recht erhebliche (2 bis $2^1/_2$ m mächtige) Anhäufungen von Flufsgeröllen, welche sehr wohl mit den Geröllen, welche die Bode führt, übereinstimmen. Auch diese Thatsache weist uns darauf hin, dafs die Entstehung der Höhle im unmittelbaren Zusammenhange stehen mufs mit der Thätigkeit der Bode.

Der vorzüglichen Beschreibung der Hermannshöhle, welche die technische Hochschule zu Braunschweig kürzlich im Druck herausgegeben hat, ist eine Mappe mit 20 Tafeln beigefügt; 16 der letzteren sind Lichtdrucke nach den von Prof. Dr. Max Müller hergestellten photographischen Aufnahmen aus dem Innern der Höhle. Mit vollendeter Schärfe sind die Hohlräume, in welche nie ein Strahl des Sonnenlichtes eingedrungen ist, zur Darstellung gebracht. Prof. Müller hat bei seinen photographischen Aufnahmen ein eigenartiges, bislang noch nie in derselben Weise benutztes Magnesiumblitzlicht angewendet; die Herstellung dieses Lichtes ist so einfach und die Wirkung desselben eine so vollkommene, dafs es in Zukunft voraussichtlich sehr oft in ähnlichen Fällen Verwendung finden wird. Ein feines Pulver von metallischem Magnesium (40 Theile) wird mit chlorsaurem Kalium (30 Theile) und mit überchlorsaurem Kalium (30 Theile) vermischt. Sobald nun das Gemenge entzündet wird, verbrennt das Magnesium mit hell aufblitzender Flamme. Einen Augenblick nur dauert die blendende Helligkeit an, denn das chlorsaure und namentlich das überchlorsaure Kalium giebt sofort seinen Sauerstoff an das brennende Magnesium ab.[2])

Im Sommer 1890 wird die Hermannshöhle zum ersten Male für alle Freunde des Harzes, welche das Gebirge durchreisen, geöffnet sein. Einstweilen ist man noch damit beschäftigt, die unterirdischen

---

[2]) Schon vor mehr als 20 Jahren sind photographische Aufnahmen vom Innern der Cheops-Pyramide und von Pariser Kanalbauten bei Magnesiumlicht hergestellt worden. Damals benutzte man aber nicht ein momentan aufblitzendes Magnesiumpulver, sondern einen langsam brennenden Magnesiumstreifen. Dabei ergab sich der Nachtheil, dafs das weifse taubförmige Magnesiumoxyd, welches sich bei der Verbrennung bildet, die Luft trübte, bevor noch ein klares Bild zu erhalten war. Ein Gemisch von Magnesiumpulver und einem sauerstoffreichen Körper gelangte zuerst 1883 zur Anwendung. Ein derartiges von Gaedicke und Miethe mit gutem Erfolge verwendetes Gemenge besteht aus Magnesiumpulver, chlorsaurem Kalium und Schwefelantimon.

Räume für den Empfang der Fremden vorzubereiten. Mit besonderer Sorgfalt wird eine elektrische Beleuchtung eingerichtet, da man sich von dieser eine prächtige Wirkung verspricht. Die in vollster Reinheit erhaltenen Tropfsteingebilde der Hermannshöhle müssen in der That bei einer von geübter Hand geschaffenen elektrischen Beleuchtung einen gradezu feenhaften Eindruck hervorbringen. Der Obermaschinenmeister der Münchener Hofbühne, welcher im Auftrage König Ludwigs des Zweiten von Bayern die prächtige Beleuchtung des Schlosses Herrenchiemsee und der blauen Grotte am Linderhof eingerichtet hat, ist mit der Leitung der Anlagen betraut.

Wohl ist die Aufgabe, welche hier der Lösung harrt, eines talentvollen Künstlers würdig. Gilt es doch die unübertrefflichen Schönheiten der Natur, welche hier bislang in stiller Gruft verschleiert lagen, mit wahrhaft künstlerischem Geschick dem Auge vorzuführen und dadurch ihren geheimnifsvollen Reiz noch wesentlich zu steigern. Gerade hier müssen Kunst und Natur zusammenwirken, um für den Harz ein Kleinod zu schaffen, welches einzig in seiner Art dastehen und für den Jünger der Wissenschaft in gleicher Weise wie für den schlichten Wanderer ein bevorzugtes Ziel des Sommerausflugs bilden wird.

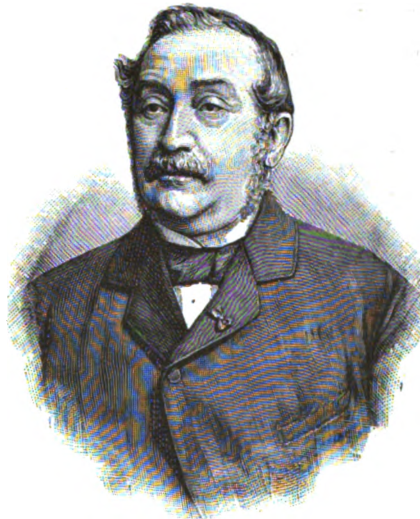




Respighi und Montigny. Am 10. Dezember vorigen Jahres starb in Rom Lorenzo Respighi, einer der hervorragendsten Vertreter Italiens in der astronomischen Wissenschaft, und kurze Zeit darauf traf die Nachricht ein, dafs auch Belgien in dem am 10. März dieses Jahres erfolgten Hinscheiden Charles Montignys einen Verlust von gleicher Bedeutung erlitten hatte.



Lorenzo Respighi.



Charles Montigny.

Wir bieten heute unseren Lesern die getreuen Bildnisse dieser beiden unermüdlichen und in ihrem stillen, fruchtbaren Schaffen einander nahe verwandten Forscher, und begleiten dieselben mit kurzen Angaben über die äufseren Verhältnisse ihres Lebens.

Lorenzo Respighi ward am 7. Oktober 1824 in Cortemaggiore (Piacenza) geboren, empfing seine vorbereitende Bildung in Parma und studirte dann bis 1847 an der Universität Bologna. 1851 wurde er zum Professor der Optik und Astronomie an derselben Universität ernannt und im Jahre 1855 übertrug man ihm aufserdem die Leitung

der Bologneser Sternwarte, auf der er nun eine eifrige Beobachtungsthätigkeit entfaltete. Von Bologna siedelte Respighi 1864 nach Rom über, wo ihm eine akademische Professur und gleichzeitig die Leitung der capitolinischen Sternwarte anvertraut ward. Bis wenige Monate vor seinem Tode setzte er hier trotz einer tückischen, schleichenden Krankheit seine mannigfachen Arbeiten mit rastlosem Eifer fort. Respighis Hauptverdienst besteht in der mit grofser Ausdauer während einer langen Reihe von Jahren durchgeführten Sonnenstatistik, die ihm z. B. neue Beweise für den nahen Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und Protuberanzen enthüllte und noch so manche andere wichtige Beiträge zur Vervollständigung unserer Kenntnisse über die Vorgänge auf der Sonne zeitigte. Respighi gehörte einer grofsen Reihe gelehrter Gesellschaften als Mitglied an, in deren Publikationen die zahlreichen Mittheilungen über die Ergebnisse seiner Studien zerstreut sind.

Charles Montigny erblickte das Licht der Welt zu Namur in Belgien am 8. Januar 1819. 1841 wurde er Professor der Physik und Mechanik an dem Athenäum seiner Vaterstadt. In der gleichen Eigenschaft kam er im Jahre 1856 nach Antwerpen und 1868 nach Brüssel, wo er sein Lehramt bis 1882 bekleidete. Seine wissenschaftlichen Leistungen fanden durch die 1867 erfolgte Ernennung zum Mitglied der belgischen Akademie der Wissenschaften, sowie im Jahre 1879 durch die Berufung zum correspondirenden Mitglied der Brüsseler Sternwarte Anerkennung.

Montignys Forschungen bezogen sich auf mannigfache Gebiete der Physik, Meteorologie und Astronomie. Sein erfinderischer Kopf ersann eine ganze Reihe nützlicher Hilfsapparate für Wissenschaft und Technik. Erwähnt sei nur ein Apparat zur Bestimmung der Luftgeschwindigkeit in Bergwerken, für den er 1857 mit einer akademischen Medaille belohnt wurde, ferner ein Universal-Meteorograph, der, gegründet auf die Anwendung der Elektrizität, eine dauernde, selbstthätige Beobachtung aller meteorologischen Elemente ermöglichen sollte, und endlich das Scintillometer, über dessen Konstruktion und Bedeutung unsere Leser durch Herrn Dr. de Ball in Heft 4 und 5 dieser Zeitschrift hinlänglich unterrichtet worden sind. Mit unermüdlichem Eifer und selbstloser Hingebung setzte Montigny seine mit diesem Instrumente seit 1865 begonnene Beobachtungsreihe länger als zwanzig Jahre hindurch fort, bis ihm diese Beschäftigung im Jahre 1886 ärztlicherseits verboten wurde.



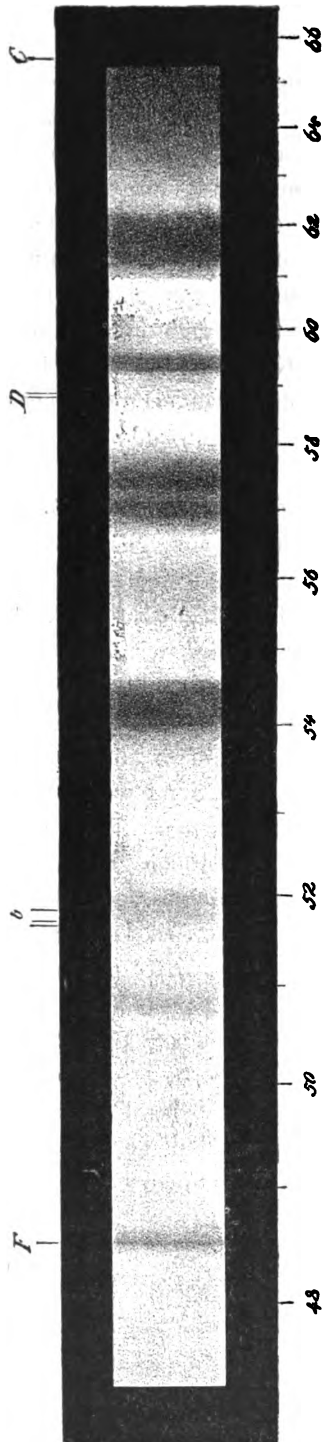
Das Spektrum des Uranus.

Das Spektrum oder das farbige Lichtband ist seit Kirchhoff und Bunsen der Zauberschlüssel geworden, der uns einen tiefen Einblick in den Zustand und die chemische Beschaffenheit der verschiedenen Himmelskörper eröffnet hat. Der in ein Band ausgebreitete Lichtstrahl der Nebelflecke verräth uns, dafs in diesen Nebelwelten Stickstoff und Wasserstoff vorhanden sind. Auf den Sternen kommt von allen Elementen am häufigsten der Wasserstoff vor, nächstdem Natrium, Magnesium und Eisen. Einige wenige Sterne enthalten aufser Metallen noch Kohlenstoffverbindungen. Die Kometen bestehen im wesentlichen aus glühenden Gasen einiger Kohlenstoffverbindungen; nur die der Sonne sehr nahekommenden Kometen zeigen oft noch die gelbe Natriumlinie.

Es ist naturgemäfs, dafs wir an der Erforschung der Beschaffenheit der Mitglieder unseres Planetensystems ein ganz besonderes Interesse nehmen. Bei der Untersuchung der Planetenspektra ist es von grofser Wichtigkeit, den absorbirenden Einflufs unserer Atmosphäre von dem zu trennen, den die Atmosphäre des Planeten selbst ausübt; dies gestaltet sich besonders schwierig, wenn die letztere unserer Erdatmosphäre sehr ähnlich ist, mithin die gleichen Absorptionsstreifen zeigt. In erster Linie besteht unsere Atmosphäre aus Stickstoff, Sauerstoff und Wasserdampf, deren Absorptionslinien wir somit hauptsächlich im Spektrum unserer Atmosphäre begegnen. Eine genauere Kenntnifs der atmosphärischen Linien, insbesondere in ihrer Abhängigkeit von der wechselnden Temperatur und Dichte, verdanken wir den grundlegenden Untersuchungen von H. C. Vogel. Die atmosphärischen Linien treten hauptsächlich im rothen bis grünen Theile des Spektrums auf; im Blauen und Violetten findet bereits eine allgemeine Absorption statt, die sich im Ultravioletten bis zur Undurchsichtigkeit steigert.

In neuerer Zeit sind wieder Untersuchungen über das Uranusspektrum angestellt worden, von denen hier besonders gesprochen werden soll, während die spektroskopischen Untersuchungen der übrigen Planeten einer späteren Besprechung vorbehalten bleiben.

Wegen der grofsen Entfernung des Uranus, — seine mittlere Entfernung von der Sonne beträgt rund 2852 Millionen Kilometer, — und der hieraus resultirenden Lichtschwäche des Planeten, war es bis vor kurzem noch nicht gelungen, die Fraunhoferschen Linien im Uranusspektrum mit Sicherheit nachzuweisen, wenn auch



Vogel solche im grünen Theile (bei F und E) schwach angedeutet fand. Am 3. Juni 1889 gelang es Huggins, nach zweistündiger Exposition eine Photographie des Uranusspektrums zu erhalten, welche im blauen, violetten und ultravioletten Theile des Spektrums (von F bis N) die hauptsächlichsten Fraunhoferschen Linien und zwar nur solche enthielt, was erweist, dafs die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen dem Uranus nicht eigen, sondern reflektirte Sonnenstrahlen sind. Anders verhält es sich mit den rothen bis grünen Strahlen des Uranus. In diesem Theile des Spektrums sind bis heute noch keine Fraunhoferschen Linien nachgewiesen worden; hingegen eine grofse Zahl anderer breiter dunkler Absorptionsstreifen, welche von Secchi, Huggins, Vogel und neuerdings von Keeler näher untersucht worden sind. Die Untersuchungen des letzteren wollen wir als die neuesten und weitgehendsten, — dieselben sind mit dem grofsen 36-Zöller der Lick-sternwarte ausgeführt, — hier mittheilen.

Beschreibung des Uranusspektrums.[1])

Wellenlänge.	
654	Sichtbarkeitsgrenze des Spektrums im Rothen.
638	Die Helligkeit scheint hier plötzlich zuzunehmen.
618.2	Mitte des dunkelsten Absorptionsstreifens im ganzen Uranusspektrum.
608.5	Hellste Stelle im Roth.
596.1	Mitte eines gut definirten Absorptionsbandes.
586.8	Hellste Stelle im Gelben.
576.8	Dunkelste Stelle eines breiten, an den Rändern verschwommenen Absorptionsstreifens.

[1]) Die Wellenlängen sind in Millionstel Millimeter angegeben, diese Skala befindet sich in der Abbildung unterhalb des Spektrums. Vergl. „Astron. Nachr." No. 2927.

564 Helle Stelle im Grünen.
552 Eine zweite helle Stelle im Grünen. Zwischen beiden liegt ein schwacher Schatten.
542.5 Mitte eines grofsen Absorptionsbandes. Fast so dunkel wie das bei 618, aber breiter und verwaschener.
518 Sehr schwaches Band, Position geschätzt.
509 Zweites schwaches Band, Position geschätzt.
485.0 Mitte eines scharfen Streifens in der Nähe der Sonnenlinie F.

Was lehrt dieses Spektrum über die Beschaffenheit des Uranus? Es zeigt, dafs die Absorptionen der Sonnenstrahlen in der Uranus-Atmosphäre in dem grünen bis rothen Theile des Spektrums, jedenfalls viel erheblicher sind, als die Absorptionen in der Sonnen-Atmosphäre selber, welche die Fraunhoferschen Linien hervorbringen; die letzteren sind offenbar in diesem Theile des matten Uranus-Spektrums mit dem Auge nicht mehr deutlich wahrnehmbar, während sie durch Dauerphotographie in dem blauen, violetten und ultravioletten Theile des Spektrums des Uranus deutlich hervorgetreten waren und vermuthlich auch in dem grünen bis rothen noch aufzufinden sein werden, wenn man von diesen Theilen photographische Dauer-Aufnahmen mit dafür besonders empfindlich gemachten Platten ausführt. Ueber die Natur der Gase, welche in der Atmosphäre des Uranus die oben nachgewiesene Absorption herbeiführen, läfst sich leider nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft nichts Näheres angeben.

Bemerkenswerth ist noch der Streifen bei 618.2 des Uranusspectrums, der sich genau an derselben Stelle im Spektrum des Jupiter und Saturn und wahrscheinlich auch in dem des Neptun wiederfindet, was auf eine nähere stoffliche Verwandschaft der vier äufseren Planeten hindeutet. Es ist die Aufgabe der Spektralanalytiker, das Studium der Absorptionsspektra in unseren Laboratorien unter möglichster Nachahmung der Druck- und Temperaturverhältnisse der Himmelskörper so weit zu vertiefen, dafs eine Identifizirung der noch unbekannten Absorptionsstreifen, insoweit sie überhaupt von uns zugänglichen Verbindungen herrühren, mit entsprechenden irdischen möglich wird. F. S. Archenhold.



Die Sternspectra vom I. Typus hat Dr. Scheiner auf Grund einer Reihe photographischer Aufnahmen einer genaueren Untersuchung unterzogen, deren interessante Ergebnisse in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie der Wissenschaften[1]) niedergelegt sind. Be-

[1]) 1890, VIII, Sitzung vom 13. Februar.

kanntlich zeigen die Spektra vom Typus Ia neben den breiten Wasserstofflinien nur äufserst feine Metalllinien. Ein eigenthümliches Verhalten zeigen jedoch, wie Scheiner fand, die Linien von den Wellenlängen 448,14 und 447,14, welche bei einigen Sternen dieser Klasse vorkommen. Solange diese Linien nämlich neben den Wasserstofflinien die einzigen sind, sehen sie auch eben so breit und verwaschen aus wie diese. Finden sich aber im Sternspektrum auch Metalllinien, wie z. B. die des Eisens, dann zeigen sich die genannten Linien so fein und scharf, wie letztere. Während nun die Linie 448,14 dem Magnesium angehört, kommt dagegen die Linie 447,14 im Sonnenspektrum nicht vor; überhaupt findet sie sich aufser bei β Persei nur bei den Sternen β, γ, δ, ε, ζ des Orion. Ungemein bemerkenswerth ist es nun, dafs Copeland bereits früher dieselbe Linie auch im Orionnebel gefunden hat. Das gemeinsame Auftreten dieser Linie läfst nämlich mit grofser Wahrscheinlichkeit auf einen physikalischen Zusammenhang der genannten Orionsterne, nicht blofs untereinander, sondern auch mit dem Orionnebel schliefsen. Der Orionnebel scheint danach nicht aufserhalb unseres Fixsternsystems, sondern viel näher, als man bisher glaubte, inmitten desselben zu stehen.

In Bezug auf die Spektra vom Typus Ib gelang es Dr. Scheiner, die im Verhältnifs zur Breite ungemein scharfe Begrenzung der Linien dieser Sterngruppe durch die sehr gerechtfertigte Annahme zu erklären, dafs eine Intensitätsgrenze des Lichtes existirt, unterhalb welcher eine Schwärzung der Platte oder eine Einwirkung auf unser Auge nicht mehr stattfinden kann. Besonders interessant ist unter den Spektren dieses Typus das von Deneb (α Cygni). Bei diesem Stern zeigen nämlich die Eisenlinien ein eigenartiges Verhalten: während einige der stärksten Eisenlinien des Sonnenspektrums fehlen oder nur schwach auftreten, giebt es andererseits eine Anzahl kräftiger Linien des Sternspektrums, die mit nur schwachen Eisenlinien im Sonnenspektrum zusammenfallen. Es folgt aus dieser Thatsache, dafs der Eisendampf in der Denebatmosphäre sich in einem von den Verhältnissen auf der Sonne durchaus abweichenden Temperaturzustande befinden mufs.

Was endlich den Typus Ic betrifft, bei welchem die Wasserstofflinien hell, statt dunkel, auftreten, so weist Dr. Scheiner darauf hin, dafs es nicht wohl angängig ist, zur Erklärung dieses Phänomens anzunehmen, dafs die Temperatur des atmosphärischen Wasserstoffs bei diesen Sternen höher ist, als die Temperatur des das continuirliche Spektrum gebenden Kernes; denn es widerspricht allen physikalischen Erfahrungen, dafs eine Gashülle wärmer sein soll, als der von ihr

umschlossene Weltkörper. Man kann nun aber die Spektra vom Typus Ic auch noch auf eine andere Art erklären, der gegenüber sich keine ähnlichen Bedenken geltend machen lassen und die darum entschieden vorzuziehen sein dürfte. Wenn diese Sterne nämlich von sehr ausgedehnten und wasserstoffreichen Atmosphären umgeben sind, dann wird die Sternscheibe selbst ein continuirliches Spektrum mit dunklen Wasserstofflinien liefern, aber das Randlicht, das nur von der Atmosphäre herrührt, wird helle Wasserstofflinien erzeugen. Da wir nun den ganzen Stern als einen einzigen Lichtpunkt sehen und sonach nur sein Gesamtlicht analysiren können, so werden sich für unsere Beobachtung beide Spektra, das des Kerns und das der Atmosphäre, übereinanderlagern und bei gehöriger Ausdehnung der Sternatmosphäre kann ein Ueberwiegen der hellen Wasserstofflinien über die dunklen Absorptionslinien eintreten.

Die photographischen Aufnahmen der Spektra von Sternen des ersten Typus haben neben den eben skizzirten Ergebnissen in Bezug auf die physikalische Beschaffenheit dieser Weltkörper in jüngster Zeit auch zu zwei sehr wichtigen Entdeckungen anderer Art geführt, die den erst kürzlich am Algol und am Mizar gemachten Wahrnehmungen zur Seite zu stellen sind. Nach einer der Berliner Akademie am 24. April von H. C. Vogel zugegangenen Mittheilung hat sich nämlich aus Messungen der Linienverschiebungen an Aufnahmen von verschiedenen Daten herausgestellt, dafs die Sterne Spica (α Virginis) und Rigel (β Orionis) ebenso wie Algol Bahnbewegungen von kurzer Periode ausführen, sodafs diese Sterne vermuthlich bisher noch nicht auflösbare enge Doppelsterne sind, bei denen das Licht des einen Sternes bedeutend vorwiegt. Bei Spica hat sich die Umlaufszeit um den Schwerpunkt des Systems bereits mit ziemlicher Genauigkeit auf 4 Tage und 0,3 Stunden und die gröfste Bewegungsgeschwindigkeit in der Gesichtslinie auf 12 Meilen bestimmen lassen. Unter der vorläufigen Annahme, dafs die Bahnebene nicht stark gegen die Gesichtslinie geneigt ist, würde sich der Abstand des sichtbaren Sterns vom Schwerpunkt zu 660 000 Meilen ergeben. Bei gleichem Abstande des Begleiters vom Schwerpunkt würde die Masse jedes der beiden Sterne etwas gröfser sein, als die Sonnenmasse und der scheinbare Abstand der beiden Componenten würde sich bei einer Parallaxe von 0''.2 im Maximum auf 0''.13 stellen, so dafs die optische Wahrnehmung der Duplicität vorläufig nicht zu erwarten ist.

F. Kbr.



Schlagwetterexplosionen und kosmische Ursachen. Ueber den geheimnifsvollen Zusammenhang zwischen Massenexplosionen schlagender Wetter und starkem Wechsel der Fleckenareale auf der Sonne glaube ich in der Lage zu sein, einige Aufklärung geben zu können. Gelegentlich eines Vortrages im Berliner Zweigverein der deutschen meteorologischen Gesellschaft am 4. März d. J.: „Ueber Schlagwetterexplosionen und ihren Zusammenhang mit meteorologischen und kosmischen Erscheinungen" konnte ich bereits aus dem soeben erschienenen Heft 6 von „Himmel und Erde" die Arbeit des Herrn Huguenel der Gesellschaft vorlegen. In der darauf folgenden Diskussion machte Herr Prof. Spörer zunächst darauf aufmerksam, dafs das zweimalige Zusammenfallen der Jahre gröfster Explosionshäufigkeit mit dem Minimum von Sonnenflecken (S. 292) wenig zu Gunsten eines Zusammenhanges mit solarer Thätigkeit spräche, da ja während des Minimums letztere in jeder Beziehung gering ist. Aber auch die 8 Fälle auffallend starken Wechsels der Relativzahlen (S. 293), welche mit Massenexplosionen in Beziehung gesetzt werden, ermangeln durchaus der Beweiskraft, und zwar wegen der von Prof. Wolf angewandten Methode der Arealschätzungen. Denn ein plötzliches Verschwinden eines grofsen Fleckenareales kann ohne irgend welche Aenderung der solaren Thätigkeit einfach dadurch in den Zahlen hervortreten, dafs eine Fleckengruppe durch die Rotation hinter den Sonnenrand geführt wird. Derartige scheinbar erhebliche Aenderungen sind ohne begleitende Zeichnungen, wie sie Herr Prof. Spörer seit vielen Jahren ausgeführt hat, von wirklich bedeutenden Neubildungen u. s. w. nach den blofsen Zahlen gar nicht zu unterscheiden; übrigens bieten die angeführten Fälle durchaus nichts Besonderes — vielmehr wäre es leicht, hunderte von Fällen wirklich grofsartiger, plötzlich sich entfaltender Thätigkeit aufzuzählen, welche gar keinen Reflex in Vorgängen auf der Erde hinterliefsen. Hiervon hat auch Herr Prof. Spörer Herrn Huguenel durch Vorlage seines Materials schon früher zu überzeugen versucht.

Wer auch nur oberflächlich sich mit dem Studium der Schlagwetterexplosionen befafst hat, wird zugestehen, dafs die Zahl der Verunglückungen bei einer Grubenkatastrophe von so vielen Zufälligkeiten abhängt, dafs die Verlustziffern zu Untersuchungen auf etwaige Periodicität der Explosionen ein gänzlich ungeeigneter Mafsstab sind. Aus diesem Grunde habe ich bei meinen Arbeiten mich auf die Anzahl der Explosionen beschränkt, wie sie in der Anlage II der Preufsischen Schlagwetterkommission für den Oberbergamtsbezirk Dortmund aus

den Jahren 1861—1882 in gröfster Vollständigkeit mitgetheilt worden sind. Es sind in dieser, eine weitere Bearbeitung gradezu herausfordernden Statistik 1064 Fälle von Explosionen mit genauer Angabe des Datums, Ortes und der Verluste aufgeführt, welche von mir erstens auf eine Periodicität nach dem synodischen Mondumlauf, zweitens auf ihren Zusammenhang mit der Sonnenrotation untersucht worden sind. Indem ich die Art der Herstellung der Periodenabschnitte und die ausführlichen Zahlenangaben an anderer Stelle veröffentlichen werde, will ich hier nur das Resultat dieser Arbeiten anführen.

Es ergiebt sich für einen Zeitraum von 22 Jahren, in welchen 272 ganze Mondumläufe zu je 29.53 Tagen vollendet wurden, dafs die das Gesamtresultat darstellende Curve in ganz unregelmäfsigen Zacken um den mittleren Werth hin- und herschwankt, und keine Spur von Periodicität mit den Mondphasen zeigen will. Dies wird noch deutlicher, wenn man die Werthe für die einzelnen Phasen, von der Mitte der Mondphase aus gerechnet, zusammenfafst, es zeigt sich alsdann das prozentische Verhältnifs aller Schlagwetterexplosionen im angegebenen Zeitraume für die einzelnen Mondphasen wie

● : ☽ : ☺ : ☾ = 24.4 : 25.7 : 25.3 : 24.6.

Aus diesen Zahlen noch ein merkliches Ueberwiegen der Neu- resp. Vollmondphasen, auf welche ja Herrn R. Falbs „kritische“ Tage ausschliefslich fallen, herauszulesen, dürfte wohl vergebliche Mühe sein, die relativ meisten Fälle zeigt vielmehr die „kritisch“ ganz indifferente Phase des ersten Viertels. Also auch die schöne Hoffnung, der vielgeplagten Montanindustrie durch „kritische Tage“ aufhelfen zu können, ist mit diesen Zahlen zu nichte geworden (siehe auch S. 147 dieses Jahrganges); vielmehr werden die Bergingenieure wie bisher ihr Augenmerk nicht auf Herrn Falbs Kalender, sondern auf das Barometer und den Ventilator richten, und in ihrem Bestreben, die Zündung des Kohlenstaubes, welcher hauptsächlich die Ursache der grofsen Katastrophen ist, gänzlich zu verhüten, fortfahren.

Hingegen scheint nach meinen Untersuchungen eine mit einer synodischen Sonnenrotation von ca. 27.7 Tagen gleichlaufende Periodicität in den Zahlen der Explosionsfälle nicht gänzlich ausgeschlossen, denn die Anordnung nach diesem Zeitintervall ergab als Resultat für 290 volle Rotationen eine unverkennbare Andeutung einer Periode, welche am 2. und 19. Tage ein Maximum besitzt, so dafs dementsprechend abwechselnd nach 17 und 11 Tagen eine gröfsere Wahrscheinlichkeit für Schlagwetterexplosionen vorläge. Indessen dürfte es auch hiernach nicht rathsam sein, dieselben prophezeien zu wollen, da die

jedenfalls häufig eintretende Verschiebung der Aktionszentren des Sonnenkörpers in kurzen Intervallen die schönsten Vorausberechnungen über den Haufen werfen würde. — Die von mir erhaltene seltsame Periode scheint vielmehr ein Ausdruck für diese veränderliche Natur der Aktionszentren zu sein. Interessant ist, dafs sie nahezu mit der von Buys-Ballot aus Temperaturabweichungen bestimmten harmonirt (27.687 Tage); ziemlich nahe kommt ihr der Werth der Sonnenrotation, welcher durch Verschiebung der Fraunhoferschen Linien für östlichen und westlichen Sonnenrand von Henry Crew auf spektroskopischem Wege zu 25.88 Tagen wahrer Rotationsdauer bestimmt wurde.

Dr. Ernst Wagner.



Die Periodizität der Erdbeben.

Der Erdbebenforscher Montessus de Ballore, welcher sich durch die gründliche Behandlung eines sehr grofsen statistischen Materials über Erdbeben, und namentlich durch ein Werk über centralamerikanische Beben[1]) vortheilhaft bekannt gemacht hat, hat in den Genfer „Archives des sciences physiques et naturelles" (No. 11, 15. November 1889) eine Diskussion der beiden im Hinblick auf diverse Hypothesen sehr interessanten Fragen gegeben: ob das Vorwiegen der Nachtbeben gegenüber den Tagbeben, das einige haben vermuthen wollen, in der That zutreffe, und ferner der Frage, ob die Häufigkeit der Erdbeben an die Kulminationen des Mondes geknüpft sei. Montessus hat zur Beantwortung der ersteren Aufgabe eine Zahl von 45 688 Erdbeben (worunter 27 905 europäische) gesammelt; er zeigt die Nothwendigkeit, in diesem Material bei der aufserordentlichen Verschiedenheit der Beobachtungen und der Natur der Beben eine Klassifizirung eintreten lassen zu müssen, und theilt es in sieben Gruppen: Bebenreihen aus den in Bezug auf seismische Thätigkeit gut bekannten Gegenden, solche aus wenig bekannten Regionen, Erdbebenwahrnehmungen langer und kurzer Dauer von einzelnen Beobachtern, vulkanische Beben kurzer Dauer, die Erdbebenberichte der seismologischen Kommissionen (Japan, Italien, Schweiz, Württemberg, Holland) und die Bebenreihe der geodynamischen Observatorien Italiens. Wie nothwendig eine separate, gruppenweise Untersuchung bei dem Gegenstande ist, zeigt das statistische Resultat, das aus der Summe der Gruppen bei Ausschliefsung der vulkanischen Beben und der Aufzeichnungen der

[1]) Siehe das Referat auf S. 442 im vorliegenden Heft.

geodynamischen Instrumente, also aus der Ueberzahl der Erdbeben, nämlich 35705, erhalten wird: die Häufigkeitskurve entspricht dem Maximum und Minimum der menschlichen Thätigkeit; bei Nacht, der Zeit der Ruhe und der gröfseren Empfindlichkeit für ungewöhnliche Störungen, stellt sich die Zahl der Erdbeben gröfser als für die Tageszeit, wo die Jagd nach dem Erwerbe die Aufmerksamkeit auf Naturereignisse überwuchert. Umgekehrt zeigt die Statistik der siebenten Gruppe, nämlich der aus den Aufzeichnungen der geodynamischen Instrumente hervorgehenden Resultate, ein Maximum in der 11. Stunde vor Mittag, ein Minimum der Erdbebenwahrnehmungen bei Nacht; leicht erklärlich, da das Geräusch des Tages die Zahl der leichten Erschütterungen vermehrt, die sich an den empfindlichen Instrumenten registriren, während in der Nachtruhe die vom Tageslärm erzeugten Stöfse fortfallen. Montessus erhält schliefslich aus der Erwägung aller Verhältnisse den Satz: Die Erdbeben ereignen sich in gleicher Häufigkeit bei Tag und bei Nacht. Die in Bezug auf die andere Frage an der Gesamtsumme von 44805 Erdbeben der sieben Gruppen ausgeführte Untersuchung ergiebt den Satz: Die Erdbeben zeigen keinerlei Beziehung zu den Kulminationen des Mondes, womit ein lange anerkanntes „Gesetz" Perreys eine, wohl definitive, Negation erfahren hat.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juni-Juli.
(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
17.	Juni	Neumond	3^h 32^m Mg.	8^h 42^m Ab.
21.	„	Erdferne	7 7 „	11 20 „
25.	„	Erstes Viertel	11 44 „	0 14 Mg.
2.	Juli	Vollmond	8 47 Ab.	3 6 „
3.	„	Erdnähe	9 42 „	4 11 „
9.	„	Letztes Viertel	Mittern.	0 33 Nm.

Ringförmige Sonnenfinsternifs am 17. Juni.

Die Finsternifs wird Vormittags in Südtunis, auf der Insel Kreta und in Kleinasien, Nachmittags in Persien und Südchina sehr auffällig sein. In Europa ist die Bedeckung der Sonne nur partiell, für die einzelnen Orte desto bedeutender, je südlicher sie gelegen sind. In Berlin tritt der Beginn der Finsternifs um 9^h 26^m Vorm., das Ende um 11^h 49^m ein; es werden etwa 5·2 Zoll der Sonne (1 Zoll = $^1/_{12}$ Sonnendurchmesser) bedeckt werden. In Rom erreicht die Verfinsterung 8 Zoll, in Athen über 10 Zoll. Die längste Dauer wird die centrale Bedeckung in Südkleinasien, in der Nähe der Stadt Adalia haben, nämlich 4 Min. 5 Sekunden.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Juni	4h 13m	+16° 53'	3h 13m Mg.	6h 27m Ab.	7h 33m	+23° 26'	5h 45m Mg.	10h 29m Ab.
17. „	4 18	+17 14	2 59 „	6 17 „	7 54	+22 39	5 54 „	10 28 „
21. „	4 28	+18 1	2 48 „	6 14 „	8 14	+21 42	6 6 „	10 26 „
25. „	4 43	+19 7	2 38 „	6 18 „	8 34	+20 36	6 18 „	10 22 „
29. „	5 2	+20 22	2 33 „	6 29 „	8 54	+19 21	6 31 „	10 17 „
3. Juli	5 26	+21 38	2 30 „	6 44 „	9 13	+17 58	6 43 „	10 11 „
7. „	5 54	+22 42	2 34 „	7 4 „	9 32	+16 27	6 55 „	10 5 „
11. „	6 26	+23 23	2 44 „	7 26 „	9 50	+14 50	7 8 „	9 58 „
15. „	7 2	+23 28	3 1 „	7 47 „	10 8	+13 8	7 20 „	9 50 „

15. Juli Sonnennähe.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Juni	15h 53m	—22° 50'	6h 34m Ab.	2h 24m Mg.	20h 58m	—17° 50'	11h 6m Ab.	8h 0m Mg.
19. „	15 47	—22 44	6 4 „	1 53 „	20 57	—17 56	10 42 „	7 35 „
25. „	15 42	—22 41	5 35 „	1 26 „	20 55	—18 4	10 17 „	7 9 „
1. Juli	15 40	—22 41	5 9 „	1 0 „	20 53	—18 14	9 52 „	6 42 „
7. „	15 40	—22 47	4 47 „	0 34 „	20 51	—18 25	9 28 „	6 15 „
13. „	15 42	—22 56	4 26 „	0 11 „	20 48	—18 37	9 3 „	5 48 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Juni	10h 6m	+13° 24'	9h 23m Mg.	11h 55m Ab.	13h 25m	— 8° 18'	2h 38m Nm	1h 20m Mg.
21. „	10 8	+13 10	8 55 „	11 25 „	13 25	— 8 16	2 6 „	0 50 „
29. „	10 11	+12 55	8 28 „	10 54 „	13 24	— 8 15	1 35 „	0 18 „
7. Juli	10 14	+12 38	8 1 „	10 25 „	13 24	— 8 16	1 3 „	11 43 Ab.
15. „	10 17	+12 20	7 34 „	9 54 „	13 25	— 8 18	0 32 „	11 12 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
10. Juni	4h 13m	+ 19° 34'	3h 7m Mg.	6h 57m Ab.
25. „	4 15	+ 19 39	2 6 „	5 56 Nm.
10. Juli	4 17	+ 19 44	1 12 „	5 4 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

17. Juni	I. Trab.	Verfinst.	Eintritt	2h	32m	Morg.
25. „	I.	„	„	10	54	Ab.
27. „	III.	„	„	2	10	Morg.
3. Juli	I.	„	„	0	49	„
4. „	II.	„	„	0	33	„
10. „	I.	„	„	2	43	„
11. „	II.	„	„	3	7	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.
(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
29. Juni	* β Scorpii	2.0m	11h 10m Ab.	0h 21m Mg.
4. Juli	* 33 Capricorni	5.5	—	10 28 Ab. (6m nach ☽ Aufg.)
13. „	* ε Tauri	3.6	1 59 Mg.	2 27 Mg.

5. Veränderliche Sterne.
a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.	
S Piscium	22. Juni	9m	13m	1h	11m	49s	+ 8°	21'1
R „	16. „	8	12	1	24	58	+ 2	18.7
S Arietis	18. „	9.5	13	1	58	3	+ 11	59.8
o Ceti	30. „	1.5–5.0	8—9	2	13	47	— 3	28.5
R „	26. „	8	12	2	20	25	— 0	40.3
R Persei	14. Juli	8.5	12	3	23	3	+ 35	17.4
R Gemin.	20. Juni	7	12	7	0	44	+ 22	52.6
R Can. min.	30. „	7.5	10	7	2	39	+ 10	11.8
S „ „	5. Juli	7.5	11	7	26	45	+ 8	33.2
S Leonis	2. „	9	13	11	5	10	+ 6	3.7
W Scorpii	3. „	10	13	16	5	20	— 19	50.9
W. Herculis	6. „	8	14	16	31	19	+ 37	33.6
R Delphini	12. „	8	12	20	9	36	+ 8	45.4
T Capric.	21. Juni	9	13	21	15	56	— 15	37.7

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 3. Juli Nm., 9. Mg., 15. Mg.
U Cephei . . 21. Juni Vm., 26. Vm., 1. Juli, 6., 11., 16., Vm.
U Coronae . . 20. Juni Mg., 26. Ab., 3. Juli Ab., 10. Ab.
δ Librae . . 18. Juni Mg., 22. Ab., 27. Nm., 2. Juli Mg., 6. Ab., 11. Nm.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 24. Juni.
W Virginis . 25. Juni.

6. Meteoriten.

Die August-Perseiden (AR = 46°, D = + 57°) sind schon vor Mitte Juli beobachtbar.

7. Nachrichten über Kometen.

Der von Brooks am 19. März entdeckte Komet kommt am 1. Juni in seine Sonnennähe und ist um diese Zeit schon circumpolar d. h. in unseren Breitegraden die ganze Nacht zu sehen. Er hat dann das Sternbild des Drachen erreicht. Die Helligkeit des Kometen steigt Anfang Juni auf die $3^1/_2$fache derjenigen bei der Entdeckung.

Die Rückkehr des periodischen Kometen D'Arrest ist in diesem Jahre der Rechnung nach recht günstig. Der Komet wird namentlich im August ziemlich hell sein, fast so lichtstark, wie bei der Erscheinung vom Jahre 1851. Der Komet wird zuerst im Sternbild der Schlange wieder auftauchen und sich durch den Ophiuchus langsam südwärts bewegen. Anfang August geht er etwa um 8 Uhr Abends durch den Meridian.





J. de Montessus de Ballore: Tremblements de terre et éruptions volcaniques au Centre-Amérique, depuis la conquête espagnole jusqu'à nos jours. — Dijon 1888. 4., 293 S.

Der französische Artillerie-Kapitän Montessus de Ballore hat einen fünfjährigen Aufenthalt in Central-Amerika dazu benützt, aus allen ihm zugänglichen Quellen die Nachrichten über vorgefallene Erdbeben und Eruptionen zu sammeln. Nach seiner Rückkehr 1885 hat er eine Diskussion des gesammelten Materials vorgenommen, und dieselbe mit der Statistik schweizer, japanischer, westindischer u. a. Erdbeben verbunden, so dafs einige seiner statistischen Tafeln von nahe 5000 Stöfsen abhängig gemacht sind (auch Perreys bekannte Sammlungen sind benützt). Zur Erforschung der Gesetze der Erdbeben werden diese Tafeln eine werthvolle Ergänzung der Kataloge von Mallet, Perrey, Fuchs und Anderen bilden. Dem Verfasser scheint der Weg sehr hoffnungsvoll, die Erdbeben jedes Landes besonders und zwar zunächst die der kleineren Landstriche speziell zu studiren; denn auf diese Weise können die lokalen Gesetze der Erdbeben ans Licht gebracht, und aus denselben Resultate für das Studium grofser Gebiete gewonnen werden.

Die Annahme einer zufälligen Gruppirung der Erscheinungen kann nicht zur Erkenntnifs eines Naturgesetzes leiten, vielmehr mufs man kausale Bedingungen für dieses voraussetzen. Betreffs der Erdbeben hat man solche in den Stellungen des Mondes zur Erde gesucht, indem man annahm, das Innere der Erde sei flüssig und der Mond bringe durch seine Attraktion Fluthbewegungen in dieser flüssigen Masse hervor.

Perrey hatte aus der Statistik einer Sammlung von 14 500 Erdbeben drei Gesetze gefunden; diese sind nun von Kapitän Montessus auf 5000 von ihm katalogisirte Stöfse angewendet worden; aufserdem verspricht er, in seinem künftigen Werke 40 000 Erdbeben bezüglich derselben Perreyschen Gesetze zu diskutiren. Dies wäre eine hinreichende Zahl verschiedener Fälle, um daraus ein allgemeines Naturgesetz zu schliefsen, denn die Erdbeben würden dann der Zeit und dem Raume nach so vertheilt sein, dafs die blofs lokalen Erscheinungen ausgeschlossen werden. Die drei Perreyschen Gesetze waren folgende: 1) Die Erdbeben sind häufiger zur Zeit des Neu- und Vollmondes. Die 5000 Erdbeben in den Tafeln des Kapitän Montessus bestätigen dieses Gesetz nicht, obschon sie der Statistik Perreys einige Stütze verleihen, wenn sie mit den von diesem gegebenen Daten vereinigt werden. 2) Die Erdbeben sind häufiger, wenn der Mond näher der Erde ist, weniger häufig in der Mondferne. Dieses Gesetz wird von Montessus nicht bestätigt. 3) Die Stöfse sind häufiger, wenn der Mond im Meridian ist, als wenn er sich im Horizonte befindet. Dieses Gesetz wird gut bestätigt.[1]) Für alle Aufstellungen liefert

[1]) In neuester Zeit hat Montessus auch dieses Gesetz auf Grund umfassender Statistik verneint. (Anmerkung des Uebersetzers.)

der Autor instruktive Tafeln und statistische Kurven. Der Autor scheint aber die Idee festzuhalten, dafs die Perreyschen Gesetze möglicherweise für eine gewisse Klasse von Erdbeben richtig sein könnten, und dafs es darum nöthig sei, die Erdbebenzerstörungen nach Klassen zu sondern und jede derselben besonders zu diskutiren. Kapitän Montessus untersucht auch die anderen Annahmen, die über periodisches Verhalten der Erdbeben gemacht worden sind; die Annahme, dafs die kräftigeren Stöfse zur Zeit des ersten Mondviertels fallen, findet er nicht bestätigt. Ueber die Frage des Zusammenhanges der Erdbebenhäufigkeit mit den einzelnen Jahreszeiten ergiebt sich aus seiner ganzen Statistik kein Resultat. Die central-amerikanischen Erdbeben stimmen nur mit der anderweitig gefundenen Angabe überein, dafs die Zahl der Erdbeben bei Nacht gröfser ist als bei Tag. Keine Relation aber hat sich herausgestellt über den Zusammenhang der Erdbeben mit den Angaben der meteorologischen Instrumente. Des Autors Schlufsfolgerung ist (wie die der Meisten, welche auf demselben Felde gearbeitet haben), dafs es schwer, wenn nicht überhaupt unmöglich ist, ein allgemeines Gesetz in der Vielheit der die Erdbeben bewirkenden Ursachen zu entdecken. Wenn man eine Klassifikation der Erdbeben versuchen wolle, so müsse man diese auf die bei denselben stattgehabten Fakta gründen, namentlich aber auf jene Erdbeben, die mittels der Seismometer gegenwärtig in Italien, Japan, Kalifornien und der Schweiz registrirt werden. Leichte Erdbeben seien durchaus nicht so wenig häufig, wie gewöhnlich angenommen werde.

Während der bisher besprochene Theil des Werkes die Beziehungen der Erdbeben auf allgemeine Gesetze enthält, ist der übrige Abschnitt speziell den Erdbeben Central-Amerikas gewidmet. Der Autor giebt zuerst eine Uebersicht über die Geographie, Orographie und Hydrographie des Landes. Das Studium der geologischen Beschaffenheit der Vulkane führt auf eine zweifache Art der vulkanischen Gebilde („failles"). Der Erdbebenkatalog zeigt, dafs der Häufigkeitspunkt der Stöfse nicht blofs in der Nachbarschaft der aktiven Feuerberge, sondern auch in den Kreuzungen je zweier solcher „failles" gelegen ist. Ich übergehe die Erörterung des Autors über die Frage, warum die Vulkane am Abhange der pacifischen Küste liegen, während das flache Gestade des Atlantischen Ozeans frei von ihnen ist, und gebe nur noch einen kurzen Bericht über den Katalog. Die erste Nummer des Kataloges beginnt mit Anfang des 11. Jahrhunderts, die letzte (No. 772) berichtet über den Stofs vom 22. Mai 1886. Der Autor hat alle Daten benützt, die er in den Annalen Central-Amerikas seit den Zeiten der spanischen Eroberer hat finden können; von 1847 ab haben ihm die Zeitungen hinreichendes Material geliefert. Eine Liste von 342 Werken, die der Autor bei seinen Studien zugezogen, schliefst das Buch.

Es möge noch gestattet sein, einen der interessantesten Fälle aus dem Kataloge hervorzuheben. Auf Seite 108 findet man einen Abrifs über die Bildung des Vulkans von Isalco (1770). Dieser Vulkan, einer der am regelmäfsigsten thätigen Feuerberge, stöfst alle 15—20 Minuten aus seinem Innern etwa einen Kubikmeter Material aus, so dafs sich dieses in einem Jahre auf 30—40000 Kubikmeter belaufen mag. Seit der Bildung des Vulkans gab es aufser der völlig regelrechten Thätigkeit noch 21 grofse Ausbrüche. Der mir zur Verfügung gestellte Raum gestattet nicht, über die Erdbeben zu berichten, die San Salvador zerstört haben, oder über die sieben Epochen, in denen die Stadt Guatemala verschüttet wurde, noch der Phänomene zu gedenken, welche die Bildung des Vulkans inmitten des Sees Ilopango begleitet haben (20. Dezember 1879 bis zum März 1880). Es mufs genügen, auf die klare und interessante Darstellungsart des Buches selbst hinzuweisen. Aber der gegenwärtige Bericht mag eine Idee

von dem bewundernswerthen Werke des Kapitän de Montessus geben; der Unterzeichnete wenigstens sieht mit Interesse dem Erscheinen des neuen Werkes entgegen, das uns Montessus in Aussicht gestellt hat.

Lick Observatory, 1890, Februar.

Edward S. Holden.



Reimann, Beiträge zur Bestimmung der Gestalt des scheinbaren Himmelsgewölbes. Programmabhandlung des Gymnasiums zu Hirschberg i. Schles. Ostern 1890.

Die eigenthümliche Urtheilstäuschung, welche die Abflachung des scheinbaren Himmelsgewölbes verursacht, entbehrt bisher noch immer einer zureichenden und einwurfsfreien Erklärung, zum Theil wohl schon aus dem Grunde, weil die scheinbare Gestalt des Himmels selbst bis jetzt erst ganz unzulänglich bekannt ist. Beobachtungen, wie die vorliegenden, welche dazu beitragen, zunächst die thatsächlichen Verhältnisse der Erscheinung festzustellen, müssen sonach als sehr willkommen und verdienstlich bezeichnet werden. Prof. Reimann bestimmt in der vorliegenden Abhandlung allerdings nur die relativen Dimensionen des Himmelsgewölbes unter der Voraussetzung, dafs seine Gestalt die einer Kugelcalotte sei, und es bleiben sonach noch weitere Bestimmungen, welche von einer derartigen Voraussetzung unabhängig sind, einer späteren Untersuchung vorbehalten. Die Beobachtung gestaltet sich bei der Annahme der Calottenform sehr einfach, sofern nur eine Ermittelung der Höhe desjenigen Punktes am Himmel nöthig ist, der den Bogen vom Zenit bis zum Horizont halbirt. Eine grofse Reihe von Schätzungen dieser Himmelsmitte und danach vorgenommene Höhenmessungen ergaben nun, dafs bei Tage die scheinbare Mitte eines vertikalen Bogens durchschnittlich in einer Höhe von 21,°47 ± 0,08 liegt. Daraus folgt dann, dafs der horizontale Halbmesser des Himmelsgewölbes 3,66 mal und sein Kugelradius 7,19 mal länger ist, als die vertikale Axe. Dabei ist aber die Wölbung des Himmels ein wenig variabel, sie ist im Sommer und Herbst gröfser, als im Winter und Frühjahr, bei bewölktem Wetter flacher, als bei heiterem Himmel. Bei dunstigem Horizont rückt die Mitte des Himmelsgewölbes erheblich in die Höhe, weil der horizontale Radius sich verkürzt. Erheblich höher gewölbt, als bei Tage, erscheint der Himmel während der Nacht, denn es lag bei Mondschein die Himmelsmitte in einer Höhe von 26,°55, in mondlosen Nächten aber sogar in einer solchen von 29,°95, und es entsprechen diesen Angaben als Verhältnifs der Höhe zum Grundkreisradius die Zahlen:

1 : 2,80, resp. 1 : 2,37.

Vielleicht kommen wir alsbald einmal in die Lage, über die Hinweise zu referiren, welche sich aus diesen Beobachtungsthatsachen in Bezug auf die Erklärung der wunderbaren Erscheinung der Himmelsabflachung und der damit im Zusammenhang stehenden scheinbaren Vergröfserung von Sonne und Mond in der Nähe des Horizontes entnehmen lassen. Dr. F. Koerber.



Die Projectionskunst für Schulen, Familien und öffentliche Vorstellungen. 9. Aufl. Düsseldorf 1889, Verl. v. Liesegang. Preis 3 Mark.

Manche unserer Leser, die einem gröfseren Kreise gegenüber anschauliche Belehrung zu ertheilen öfter Gelegenheit haben, werden dieses Büchlein mit Freuden begrüfsen, da es in mannigfacher Art eine nützliche Anleitung zur Ausübung der Projectionskunst bietet, die ja heutzutage als unentbehrliches Anschauungsmittel in öffentlichen Vorträgen und Darstellungen immer mehr und mehr Eingang findet. Wir finden in dem vorliegenden Büchlein nicht nur eine Beschreibung des Sciopticons und der dabei verwendbaren Lichtquellen, sondern auch eine Anleitung zur selbstständigen Anfertigung der Projectionsbilder und endlich eine Aufzählung mannigfacher Experimente, die sich besonders gut für die objective Darstellung eignen.



Woldemar Voigt, Elementare Mechanik als Einleitung in das Studium der theoretischen Physik, Leipzig 1889. Verlag von Veit & Comp. (Mit 55 Figuren im Text). Preis 12 Mark.

Zweck des vorliegenden Werkes ist, die Studirenden der Mathematik und Physik soweit in die Grundlehren und Methoden der allgemeinen Mechanik einzuführen, als diese in den Vorlesungen über die einzelnen Theile der theoretischen Physik zur Anwendung kommen und als bekannt vorausgesetzt werden müssen. Daneben beabsichtigt der Verfasser auch solchen wissenschaftlichen Kreisen, welche die analytische Mechanik weniger nach ihren mathematischen als nach ihren physikalisch-praktischen Beziehungen hin kennen lernen wollen, also den Kreisen der Techniker, Chemiker, Mineralogen, Physiologen u. s. w. ein zweckdienliches Lehrbuch in die Hand zu geben. Diesem Vorhaben entsprechend mufste natürlich bei der Darstellung der mechanischen Probleme ihr Zusammenhang mit den allgemeinen mechanischen Principien in den Hintergrund treten und dafür ein mehr induktives Lehrverfahren eingehalten werden.

Ein besonderer Vorzug des Buches besteht darin, dafs der Verfasser bei der Behandlung der Planetenbewegung, der Methoden zur Bestimmung der mittleren Erddichte, besonders aber bei der Theorie des physischen Pendels auch der geschichtlichen Seite ihrer Entwicklung gedenkt. Die Mechanik nicht starrer Körper, welche den Physiker insofern am meisten interessirt, als sie die Grundlagen für die Hydrodynamik, Elasticitätslehre, theoretische Optik und Akustik umfafst, dürfte in dem vorliegenden Lehrbuch weit eingehender behandelt worden sein, als in den älteren, ähnliche Ziele verfolgenden Compendien. Jedenfalls wird das Werk für Studirende der angewandten mathematischen Wissenschaften und für alle diejenigen, welche mit den Anfangslehren der Infinitesimalrechnung und analytischen Geometrie vertraut sind — denn nur soweit ist der Titel „Elementare Mechanik“ hier zutreffend —, eine nicht unwillkommene Gabe sein. S.

Berichtigung.

In Heft 5 vorliegenden Jahrganges unserer Zeitschrift mufs es auf Seite 218, Zeile 6 u. 7 v. u. heissen:

statt: „jede auftretende magnetische Störung genügt, um diese Wirkung hervorzubringen.“

richtiger: „es scheint auch ein Zusammenhang zwischen der Intensität des Funkelns und einfachen magnetischen Störungen stattzufinden.“



Herrn **H. K.** und Herrn **J.** in **Insbruck.** Sie finden einen Widerspruch darin, dafs Newcomb in seiner populären Astronomie sagt, die Kometen, welche sich in Parabeln bewegen, müfsten auf Nimmerwiedersehen in den unendlichen Raum zurückkehren, während Peters in dem von uns veröffentlichten Vortrage über Kometen behauptet, dafs in der Parabel die Geschwindigkeit fortwährend bis zur Null abnehmen müsse. Beide Angaben sind dagegen völlig richtig. In einer absolut genauen Parabel, welche jedoch in der Natur unter unendlich vielen Fällen nur einmal vorkommen kann, würde der Komet, in unendlicher Entfernung von der Sonne ankommend, die Geschwindigkeit Null erreicht haben, also hier — in der Unendlichkeit — stillstehen. Dies ist jedoch nur ein theoretisch denkbarer, in der Wirklichkeit nicht vorkommender Fall.

Wären nun die Kometen von auswärts her mit beliebigen Geschwindigkeiten in das Bereich der Sonnenattraktion eingedrungen, so müfsten ihre Bahnen derart vorwiegend sich als Hyperbeln herausstellen, dafs auch die Beobachtung des kleinen uns sichtbaren Stückes derselben keinen Zweifel lassen könnte. Es zeigt sich nun aber dem entgegen, dafs die Kometenbahnen wirklich nahezu Parabeln sind, welche meistens nur um ein fast Unmerkliches nach der Ellipsen- oder der Hyperbelseite hinüberneigen. Diese Thatsache ist ungemein auffällig, da, trotzdem bei der Parabel die Wahrscheinlichkeit 1 gegen ∞ stände, hier in der Wirklichkeit die Werthe für die Excentrizität, wenn auch nicht genau, so doch nahezu gleich 1 bleiben. Es ist nicht anders denkbar, als dafs hier eine gemeinsame Ursache alle diese Kometenbahnen mit einander in Zusammenhang bringt, und diese ist darin zu suchen, dafs die Kometen übrig gebliebene Reste der Urmaterie sind, aus welcher sich einstmals das Sonnensystem gebildet hat. Als sich die Hauptkörper unseres Systems zusammengeballt und dadurch diese übriggebliebenen Fetzen des Urnebels Freiheit gewonnen hatten, konnten sie gegen die Sonne hinfallen, während ihre ursprüngliche Bewegung gegen die Sonne gleich Null war, indem sie mit ihr in gleicher Richtung als ein Gemeinsames ebenso das Weltall durchzogen wie gegenwärtig die Planeten. Hätte diese Bedingung einer ursprünglichen Bewegung gleich Null genau stattgefunden, so müfsten heute die Kometen in gerader Richtung auf die Sonne fallen. Es ist aber von vornherein wahrscheinlich, dafs in den grofsen Entfernungen von der Sonne, in denen sich die Fetzen loslösten, die Urmaterie von vornherein eine wenn auch nur geringe selbstständige Bewegung der Sonne gegenüber besafs, wodurch die gegenwärtig beobachteten Kometenbahnen nothwendig entstehen mufsten. Näheres über diese Verhältnisse, wenn auch in ganz populärer Form, werden Sie in dem Buche des Herausgebers dieser Zeitschrift „Kosmische Weltansichten“ finden.

Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst.

Von **F. K. Ginzel,**
Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte zu Berlin.

I. Die Anfänge des astronomischen Rechnens.

Die Freunde unseres Blattes, die Interessenten für Himmelskunde, hören durch die Tagesjournale so viel von astronomischen Entdeckungen, von merkwürdigen Dingen, die man auf dem Monde, auf dem Mars, Merkur und Jupiter gesehen, von den Aufstellungen riesiger Teleskope und der Errichtung kostspieliger Sternwarten, dafs sie es vielleicht als eine Art Erquickung ansehen werden, wenn hier ihre Aufmerksamkeit auf eine Seite der Astronomie gelenkt wird, die an äufseren Effekten zwar nicht mit jenen Dingen konkurriren kann, aber mindestens ebenso wichtig ist. Ich meine nämlich die Kunst des astronomischen Rechnens. Der Laie erinnert sich, wenn vom astronomischen Rechnen die Rede ist, gewöhnlich der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, von welchen jetzt jedes Jahr ganze Dutzende entdeckt werden, und allenfalls der rechnerischen Entdeckung des Neptun durch Leverrier. Das innere Wesen des Rechnens und die Ziele, die namentlich gegenwärtig dadurch angestrebt werden, bleiben ihm mehr fremd. Und doch wäre solch ein genauerer Einblick in diesen Gegenstand allseitig zu wünschen, denn dieser würde, wie ich aus den drei vorliegenden Aufsätzen zu erweisen hoffe, den Antheil darlegen, den die Rechenkunst an dem Fortschritt der Astronomie nimmt, und inwiefern dieser Fortschritt von der Stellung der Rechenkunst abhängt, welche ihr gegenwärtig eingeräumt wird.

Die Darlegung dessen, was heutzutage eigentlich unter astronomischer Rechenkunst verstanden wird, läfst sich einleuchtender schildern, wenn wir auf die Anfänge des astronomischen Rechnens zurückgehen und dasselbe in den Hauptzügen (nur diese können hier berührt werden) bis zur Jetztzeit verfolgen. Denn indem man die Ziele der Vergangenheit betrachtet, lernt man die Gegenwart besser verstehen.

Den Beginn astronomischen Rechnens darf man erst auf die Schwelle der Neuzeit, in das Zeitalter der Erfindung der Buchdruckerkunst und der Entdeckungsreisen, setzen. Was früher darin unternommen worden ist, gilt als Vorarbeit. Wenn in den weit zurückliegenden Zeiten der Chaldäer schon rechnerische Absichten, wie die Herstellung von Tafeln für die Sonnen-, Mond- und Planetenbewegung oder Vorausbestimmung von Finsternissen wahrnehmbar sind, und wenn diese Ziele zu Zeiten der Griechen und Römer (besonders durch Hipparchs Bemühungen) mehr von Erfolgen begleitet waren, so kommen doch alle diese Bestrebungen nicht viel über das Stadium von Versuchen hinaus. Erst die rechnerischen Angaben des Ptolemäus (2. Jahrh. n. Chr.) sind einigermafsen richtig, namentlich solche, welche Resultate aus Beobachtungen von Finsternissen betreffen. Aber erst längst nachdem Griechenlands Weisheit untergegangen, die Heere der Römer zu Boden getreten waren, und nach den Stürmen der Völkerwanderung eine neue Ordnung der Dinge in Europa Platz griff, erhielt das Abendland von Osten her diejenigen rechnerischen Kenntnisse, mit deren Hilfe das Fundament der astronomischen Rechenkunst begründet werden konnte. Die Araber waren das Volk, durch welches Europa rechnen lernte. Durch Leonard von Pisa wurden im Anfange des 13. Jahrhunderts die Kenntnisse der arabischen Kaufleute in der Arithmetik und Algebra nach Italien verbreitet; sie fanden in den grofsen Handelsrepubliken dieses Landes eifrige Ausbildung, und rechnerische Vortheile, sowie der Gebrauch der indischen (arabischen) Ziffern suchten bald ihren Weg nach Deutschland. Im Jahre 1473 erschien das erste deutsche Rechenbuch. Es war, wie die andern späteren Leitfäden des Rechnens,[1]) nach arabischen Vorbildern abgefafst. Die Errungenschaften der Araber in der Algebra wurden durch die Werke Mohameds ben Musa und Al Khayami im Abendlande bekannt, doch lange, bis zum 16. Jahrhundert blieben die „Regeln der Cofs“ (d. h. die Algebra) nur wenigen zugänglich; herumziehende Mönche, auf den Klosterschulen mathematisch gebildet, lösten noch später gegen Bezahlung Aufgaben, die über Gleichungen des zweiten Grades hinausgingen.[2]) Erst mit dem Wiederaufleben der mathematischen Wissenschaften in Frankreich und Deutschland gewann die Algebra selbständig Boden und namentlich der Wiener Universität gebührt der Ruhm, auf den ferneren Entwicklungsgang durch eine

[1]) Zu den ersten von Mathematikern abgefafsten Rechenbüchern gehören Wideman (1489), Grammateus (1518), Apianus (1527).

[2]) Cardanis „Ars magna“ brachte 1545 die Auflösung cubischer Gleichungen.

Reihe von Astronomen und Mathematikern, wie Johann von Gmunden, Grammateus, Rudolff, Purbach, Regiomontan, den allergünstigsten Einflufs ausgeübt zu haben. Rudolff war der Verfasser der ersten deutschen Algebra, Regiomontan — seit Hipparch der bedeutendste Astronom — der Verfasser der ersten, in den Grundzügen heute noch mustergiltigen Trigonometrie.[3]) So besafs man um das Ende des 15. Jahrhunderts das allernöthigste Rüstzeug zum astronomischen Rechnen, nämlich eine wissenschaftlich begründete, recht weit vorgeschrittene Arithmetik und Geometrie, und die Anwendung der indischen Ziffern; die Begründer dieses Fortschritts, namentlich Purbach und Regiomontan, können auch als die ersten astronomischen Rechner bezeichnet werden. Durch die letztern beiden erhielt das Problem der Vorausbestimmung der Finsternisse eine bessere Grundlage, und beide Astronomen waren eifrige Ephemeridenrechner,[4]) deren Tabellen lange Zeit auf den Entdeckungsreisen der Seefahrer die wichtigsten Dienste geleistet haben.

Einen weiten Schritt vorwärts that dann die Rechenkunst mit der Erfindung der Logarithmen. Schon die Araber (Al-Baten, Jbn-Junis) hatten die Vortheile erkannt, welche einzelne trigonometrische Funktionen in der praktischen Rechnung gewähren, wenn sie von Fall zu Fall berechnet vorliegen und beim Rechnen nur aus Tafeln entnommen zu werden brauchen. Bei den Purbachschen Rechnungen hatte sich der Mangel des Hilfsmittels solcher Tafeln evident erwiesen; Copernicus fühlte bei seinen weitergehenden Anwendungen der trigonometrischen Grundsätze auf die Lösung astronomischer Aufgaben diese Lücke empfindlich, und auf seine Anregung brachte sein Schüler Rheticus das Opus Palatinum zu stande, ein bedeutsames Werk, das in einer bis dahin nicht erreichten Vollkommenheit alles enthält, was auf Trigonometrie und Tafeln Bezug hat. Durch das ganze mathematische Streben des 16. Jahrhunderts geht von jetzt ab der Zug, derartige Tafeln zu erweitern und zu verbessern. Allein je genauer die Tafeln wurden, desto mühseliger gestaltete sich das Rechnen mit den vielziffrigen Zahlen. Eine englische Erfindung brachte die Erlösung. Der Baron Neper gab 1614[5]) die Theorie und Anwendung der Logarithmen, und Brigg berechnete die Logarithmen

[3]) De Triangulis omnimodis libri quinque, 1533.

[4]) Die 12 Kalender Purbachs (1450—61) und jene von Regiomontan (1474—1506) gehören zu den ersten astronomischen Ephemeriden, die überhaupt erschienen sind. Sie enthielten die Orte der Hauptplaneten, die Sonnen- und Mondfinsternisse u. s. w. Fleifsige Ephemeridenberechner waren später Stöfler, Pitatus und Ursinus.

[5]) Logarithmorum canonis descriptio.

der ersten tausend Zahlen 8-stellig (1618), sowie die der Zahlen und trigonometrischen Funktionen (1624) auf 14 Decimalstellen. Der holländische Buchhändler Vlacq berechnete gar 10-stellige Logarithmen für 100 000 Zahlen (1628). „Diese Arbeiten sind nicht übertroffen bis heute; sie haben durch ihre staunenswerthe Ausdehnung einen bleibenden Werth". (Gerhardt, Gesch. d. Math.) Die weitere Vervollkomm nung der Logarithmen ging darauf aus, sie durch Abkürzung und zweckmäſsige Einrichtung für den praktischen Gebrauch bequem zu machen und diese Bemühungen erzeugten das Heer der logarithmischen Tafeln, das seitdem bis auf unsere Tage auf diesem Gebiete in die Höhe gewachsen ist.[6]) Es wäre befremdend, wenn ein so groſser Zeitgenosse der Logarithmen, wie Kepler, nicht die Bedeutung der Erfindung für die Astronomie erkannt haben würde; scharfblickender als sein Lehrer Mästlin, der den Logarithmen nicht recht traute, übersah er sofort die enormen Vortheile und sicherte 1624 durch die von ihm selbst konstruirten Tafeln den Logarithmen ihre bleibende Anwendung in der Astronomie. Heute ist die Sternkunde ohne Logarithmen undenkbar.

Die Rechenkunst der Astronomen bewegte sich damals noch in engen Grenzen. Man wandte die ebene und sphärische Trigonometrie auf den Himmel an und ging nicht viel über Aufgaben hinaus, die sich mit diesem Mittel lösen lieſsen. Die dabei verfolgte Richtung war vornehmlich eine praktische. Die Auffindung neuer Länder und Seewege, die ungeahnte Bereicherung des geographischen Wissens und Ausbreitung der Schifffahrt stellte von selbst eine Reihe neuer Probleme auf; so ward der Anlaſs zur Entwicklung des gröſsten Theils jenes Zweiges der Astronomie gegeben, der sich mit der geographischen Ortsbestimmung beschäftigt. Es waren die schnellsten und sichersten Methoden zu finden, die geographische Länge und Breite einer entdeckten Insel, den Ort des segelnden Schiffes aus astronomischen Beobachtungen zu bestimmen. Allmählich kam man damit, und zwar mit den Breitenbestimmungen wesentlich schneller als mit den Längen, vorwärts.[7]) Man benützte die Stellungen und Bewegungen der Sonne und des Mondes, sowie die Verfinsterungen dieser Himmelskörper zur Lösung dieser Aufgaben, später maſs man die Abstände von Sonne

[6]) Die bedeutendsten Tafelwerke, welche das 18. Jahrhundert hervorbrachte, sind die von Sherwin (1706), Gardiner (1742), Schulze (1778), Callet (1783), Taylor (1792) und Vega (1795).

[7]) Die Messungen der geogr. Breiten waren zu Anfang des 17. Jahrhunderts noch um 10 Minuten fehlerhaft, zur See betrugen die Fehler bis zu 2 Grad und sanken erst mit Abel Tasman soweit herunter, daſs sie auf Karten für den Handgebrauch fast verschwinden. Die Längenfehler waren noch weit gröſser. Die Längenbestimmungsversuche von Columbus, Vespucci, Barrents u. A. (etwa 1494—1597) sind noch sehr unvollkommen.

und Mond, und die Bögen zwischen Mond und Sternen.[8]) Ein grofser Theil der in dieser Beziehung gemachten Vorschläge scheiterte freilich noch an der Ungenauigkeit der Mefswerkzeuge. Diese Wahrnehmung trieb zur Verbesserung der Apparate. Aus den genaueren Beobachtungen der Sonne, des Mondes und der Hauptplaneten zeigte sich dann, wie verbesserungsbedürftig die Tafeln waren, auf die man bei Entnahme der Orte dieser Gestirne für die Rechnungen angewiesen war, und da diese Tafeln wiederum für die praktischen Probleme grofse Wichtigkeit besafsen, eilte die Rechnung, sie weiter zu vervollkommnen. Die Berechnung der Sonnenfinsternisse behufs ihrer Verwendung bei Längenbestimmungen wurde von Kepler verbessert und seine berühmten rudolfinischen Tafeln brachten richtigere Grundlagen der Bewegung der Hauptgestirne. So ging die sich entwickelnde Kunst, die Orte der Himmelskörper an Instrumenten zu messen, Hand in Hand mit der Kunst, diese Messungen durch die Rechnung der Allgemeinheit dienstbar zu machen.

Die astronomische Rechenkunst hätte diese dienende Stellung, die sie im 16. und 17. Jahrhundert in der Astronomie einnahm, vielleicht noch lange beibehalten. Es nahte aber die Zeit, wo neue Einsichten und gewaltige Fortschritte die Sternkunde bewegen sollten. Nicht blofs die Erfindung des Fernrohrs oder die Zertrümmerung der morsch gewordenen Sphären des Mittelalters und das frische Wehen des Geistes, der mit der Begründung der kopernikanischen Weltanschauung durch die vergilbten Lehren eines antiquirten Zeitalters hindurchstrich, waren die Faktoren, welche die astronomische Rechenkunst zu höheren Zwecken erheben sollten, sondern namentlich auch die Erkenntnisse, die in der Verfolgung der Prinzipien der Mechanik alsbald erlangt wurden. Galilei schuf die Dynamik und die Theorie des Pendels und seine strenge Betrachtungsart der mechanischen Grundsätze wurde mustergültig für alle seine Nachfolger. Huyghens erklärte den Umschwung der Körper um ein Centrum und Kepler fand die Gesetze, nach welchen sich die Planeten um die Sonne bewegen; aus den Forschungen beider Astronomen entsprofs die schönste Blume, welche die Anwendung der Mathematik auf die Mechanik hervorgebracht hat: die Entdeckung des Gravitationsgesetzes durch Newton. Die Gegenwart ahnt kaum mehr, welche Berge von Vorurtheil und überkommenen

---

[8]) Schärfere Methoden, wie den Mond im Meridian zu beobachten, gab Langrenus 1644 an, Mondhöhen aufser dem Meridian zu messen, schlug Lemmonier 1757 vor; die Distanzmessungen von Sonne und Mond und Sternen kamen namentlich durch Lacaille (1755) und Maskelyne (1763) in weiteren Gebrauch.

aristotelischen Spuks hinweggeräumt werden mufsten, ehe sich die heute jedem Gebildeten von der Schule her noch ganz geläufigen einfachen Begriffe von Kräfteparallelogrammen, Resultirenden, die Vorstellungen von der Wirkungsart der Schwerkraft, der Centrifugal- und Centripetalkraft, der Wurfbewegung, allgemein bei den Astronomen einbürgerten und Wurzel fafsten. Dieses Zeitalter des Fortschritts ward endlich noch durch die Erfindung der Differential- und Integralrechnung (Newton und Leibnitz) gekrönt. Erst mit der Einführung dieses höheren Kalküls in die astronomische Betrachtungsweise konnte man die Bewegung der Körper unseres Sonnensystems wirklich geistig beherrschen; bis dahin war es an der Hand zweifelhafter Beobachtungen und unsicherer Tafelverbesserungen nur ein Tasten gewesen.

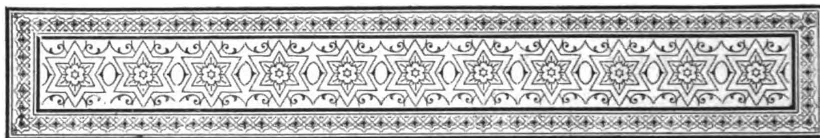
Borelli hatte um 1660 vermuthet, dafs die Kometen sich in parabolischen Bahnen bewegen könnten, und Dörfel schlofs aus Beobachtungen des Kometen von 1680 auf dieselbe Art Kurven, aber erst Newton zeigte in seinen berühmten Principien (1687) mit zwingender Schärfe, dafs die Bewegung der Kometen dem Gravitationsgesetze unterworfen sei und in einer Parabel um die Sonne erfolge. Damit war man bei der Berechnung der Bahnen, welche diese Himmelskörper beschreiben, angelangt. Halley war der erste Kometenberechner; er veröffentlichte 1705 die Bahnen von 24 Kometen. Im nächsten Aufsatze werden wir sehen, welche Entwicklung das Kometenbahnproblem seitdem genommen hat.

Einen günstigen Einflufs auf die Ausbildung des astronomischen Rechnens übten aufserdem die Gradmessungsarbeiten des vorigen und der ersten Jahrzehnte des jetzigen Jahrhunderts. Die erste Unternehmung dieser Art, zur Ermittlung der Gröfse und Gestalt unserer eigenen Erde ausgeführt, jene von Picard im Jahre 1699, gab das Vorbild für spätere Versuche. Mustergültig wurde die von Condamine (1735—1744) in Peru unter vielen Schwierigkeiten sorgfältig hergestellte Vermessung des Meridianbogens zwischen Tarqui und Cotechesqui. Eine ganze Reihe von Messungen sind seitdem in den verschiedensten Theilen der Erde erfolgt. Die geodätischen Dreiecke erstrecken sich gegenwärtig über Europa, Amerika und Theile von Asien und Afrika; in Europa ist die Arbeit durch eine internationale Vereinigung organisirt und beschäftigt eine sehr grofse Zahl astronomischer Rechner. — Neben den Gradmessungen und zum Theil durch sie hervorgerufen, fanden die verschiedenen Theile der sphärischen Astronomie eifrige Ausbildung, namentlich die verläfslicheren Methoden zur Ermittlung der geographischen Längen. Besonders die Ableitungen der Längen aus

den Beobachtungen von Sternbedeckungen durch den Mond und aus Sonnenfinsternissen fanden jetzt Beachtung und häufige Anwendung. Lalande und Lexell waren um Mitte des vorigen Jahrhunderts so ziemlich die Einzigen, die sich damit beschäftigten. Seit Triesneckers Beispiel und seit den wesentlichen Abkürzungen, welche die Rechnungen durch Bohnenberger, Wurm u. A. erlangten, wurde die Anwendung jener Methoden ganz allgemein. Die Rechnungsart, aus gemessenen Abständen des Mondrandes von Sternen die geographische Länge zu ermitteln, hob sich durch die Bemühungen von Legendre, Borda, Bürg und durch treffliche Hilfstafeln (Mendoza, Dunthorne). Den Weg, die Länge eines Ortes aus Sonnenfinsternifsbeobachtungen abzuleiten, benützte mit Erfolg Cassini. Derselbe fafste das Finsternifsproblem schärfer und versuchte zuerst, die Zonen der Sichtbarkeit der Sonnenfinsternisse von 1664 und 1699 für Europa anzugeben. Zu Zeiten Halleys wurden die Sonnenfinsternisse für Längen-Ermittlungen schon allgemein benützt. In der Epoche Ludwigs XV. hatte die Bestimmungsart der Finsternisse schon so viel Sicherheit und Geschmeidigkeit, dafs Duvaucel die für Paris sichtbaren bis 1900 n. Chr. vorausberechnen konnte. Die gröfste Rechnungsarbeit darin leistete aber Pingré in seiner „Art de vérifier les dates," der die näheren Umstände der Sichtbarkeit der Sonnen- und Mondfinsternisse für den ganzen Umfang der historischen Epoche für die Zukunft berechnete.

Endlich darf hier nicht des Antheils vergessen werden, welchen die Begründung feststehender astronomischer Ephemeriden an der Ausbildung der Rechenkunst gehabt hat. War früher die Vorausbestimmung der Planetenläufe, Finsternisse u. dergl. Sache einzelner, so wurde dies fernerhin mit der Vervollkommnung der Planetentafeln durch die Theorie immer schwieriger, und in unserem Jahrhundert, wo die theoretischen Forschungen in der Bewegung der Planeten immer feinere komplizirtere Resultate brachten, schliefslich für den Einzelnen unmöglich. Schon 1679 war in Paris die „Connaissance des Temps", 1766 in Greenwich der „Nautical Almanac", in Berlin 1773 das „Berliner astronomische Jahrbuch" gegründet worden; mit der Zeit sahen sich die Redaktionen dieser regelmäfsig erscheinenden Ephemeriden genöthigt, zur Bewältigung der Rechnungsarbeiten besondere Bureaux einzurichten. Daraus ging manche Kraft hervor, die der Astronomie nützlich geworden ist.

So wuchs aus unbeholfenen Anfängen neben der astronomischen Beobachtung und der Theorie die Kunst des Rechnens allmählich empor, erstarkte, und brachte endlich jene Früchte höherer Erkenntnisse, die wir in den beiden folgenden Artikeln näher beleuchten wollen.



Die Ansichten der Physiker und Geologen über die innere Beschaffenheit des Erdballs.

Von Dr. P. **Schwahn**,
Astronom an der Urania in Berlin.

(Schlufs.)

Zwischen der geologischen Fluiditätshypothese und der astronomischen Rigiditätshypothese steht nun drittens, gewissermafsen als Vermittlerin zwischen so schroffen Gegensätzen, die Lehre von einer noch theilweise vorhandenen Fluidität, sei es in der Form begrenzter unterirdischer Lavabecken, oder, wie dies die Geologen Dana, Poullet Scrope, Sterry Hunt, die Geophysiker Constant Prévost, Osmond Fisher, sowie die Astronomen Airy, Faye und Folie für annehmbarer halten, in der Form einer unter der festen Erddecke sich kontinuirlich ausdehnenden gluthflüssigen Mittelschicht von verhältnifsmäfsig geringer Mächtigkeit.

Aehnlich wie Poisson durch seine geogenetische Hypothese die Festigkeit des Erdballs zu erklären versucht hat, ist der englische Geophysiker Hopkins später bemüht gewesen, den Nachweis zu führen, dafs bei der Abkühlung unseres ursprünglich gluthflüssigen Planeten ein Zustand, wie er von den oben genannten Forschern angenommen wird, Platz greifen mufste. Dabei geht er von der Ansicht aus, dafs zwei verschiedene Abkühlungsprozesse zu unterscheiden seien, nämlich die Abkühlung durch „Circulation“ für vollkommen flüssige Körper, während für unvollkommen flüssige Körper die Abkühlung nur durch Leitung stattfinden könne. So lange die Erdmasse einen genügend hohen Grad der Fluidität besafs, um das Kreisen von Fortführungsströmungen zuzulassen, meint Hopkins, habe sich an der Oberfläche keine Kruste bilden können, weil die erkalteten, spezifisch schwereren Schollen nach dem Mittelpunkte zu sinken mufsten. Durch den fortschreitenden Abkühlungsvorgang sei jedoch ein Zustand unvollkommener Fluidität in den inneren Schichten herbeigeführt, der die Fortführungsströmungen zum Stillstand brachte und eine weitere Abkühlung nur noch durch Leitung ermöglichte. Nun erst konnte eine bleibende Erhärtung des die Erde umgebenden Gluthmeeres beginnen,

und es mufste somit ein Zeitpunkt eintreten, in welchem der Erdball aus einer äufseren Felskruste und einem inneren festen Kerne bestand, zwischen denen eine Schicht geschmolzener Gesteinsmassen zurückgeblieben war. In diesem Zustand soll sich unser Planet zur Zeit noch befinden.

Es giebt im terrestrischen Beobachtungsfelde noch ein Erscheinungsgebiet, dessen sorgfältige Auswerthung vielleicht einmal für die weitere Zukunft wichtige Anhaltspunkte für die Lösung der Frage nach den inneren Strukturverhältnissen unseres Weltkörpers darbieten wird. Hierhin gehören die lokalen Verhältnisse der Schwere nach Richtung und Intensität, zu deren Ergründung das Pendel die wichtigsten Dienste leistet.

Wir wissen, dafs das Pendel uns die Gestalt der Erde übersehen gelehrt hat, dafs die Ergebnisse der Schweremessungen im allgemeinen in überraschender Harmonie mit dem stehen, was man auf dem mehr direkten Wege der geodätischen Messung hierüber in Erfahrung gebracht hat. Weniger bekannt dürfte dagegen in weiteren Kreisen die Thatsache sein, dafs in der Richtung der Schwerlinie Störungen auftreten, die vielleicht nur dadurch erklärlich sind, dafs man an der Vorstellung einer feuerflüssigen inneren Mittelschicht, bedeckt von einer verhältnifsmäfsig dünnen und in ihren Theilen ungleich mächtigen Erdrinde festhält. Zu diesen Störungen sind nicht etwa jene zu rechnen, welche wegen der äufseren Gestaltungsverhältnisse des Globus auf den ersten Blick vermuthet werden können. Wenn z. B. Maskelyne die mittlere Dichte der Erde durch die Anziehung des Berges Shehallien bestimmt hat, und es gelungen ist, durch äufserst feinfühlige Instrumente die Differenz der Anziehungskraft zwischen der Spitze und dem Fufse einer ägyptischen Pyramide nachzuweisen, so lag allen diesen Versuchen die Erwartung zu Grunde, dafs eine Ablenkung des Lothes infolge des seitlichen Einflusses solcher massiven Körper in Uebereinstimmung mit dem allgemeinen Attractionsprinzipe auch äufserlich zu Tage treten müsse. Wenn dagegen diese im Prinzipe begründete Erwartung bei den gröfsten, sich hoch emporthürmenden Gebirgsmassen auf einen Widerspruch gestofsen ist, indem man beobachtet hat, dafs zuweilen keine Ablenkung des Lothes zum Gebirge hin stattfindet, so lassen sich solche Erscheinungen nur durch eigenartige Vorstellungen über die innere Vertheilung der Masse unterhalb der Gebirgszüge, ja überhaupt unterhalb der starren Erddecke deuten.

Es giebt in dieser Beziehung wohl nichts Auffallenderes als die Beobachtungen, welche vor einigen Jahrzehnten bei der Vermessung

von Britisch-Indien gemacht wurden. Trotz der beständigen Annäherung an das Massiv des Himalaya trug das Bleiloth diesem Bergriesen gegenüber eine auffällige Gleichgültigkeit zur Schau. Aehnliche überraschende Resultate haben die Schweremessungen am Fuſse der Pyrenäen gezeigt, wo Petit keine Ablenkung des Lothes fand, sowie jene, welche der russische General Stebnitzky in jüngster Zeit im Kaukasus angestellt hat. Auch werden fast überall Lothstörungen bemerkt, selbst da, wo jede äuſsere Unregelmäſsigkeit des Geländes fehlt, so z. B. in der Umgebung von Moskau, sowie in vielen Theilen Deutschlands.[1])

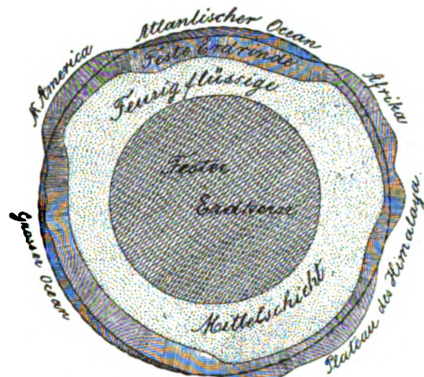
Nicht minder hervortretend als die Widersprüche in der Attractionsrichtung haben sich diejenigen in der Intensität der Schwere erwiesen. Schon wegen der groſsen Ungleichheit in der Dichte der Meere und der Festlandsmassen (1 : 2,7) dürfte man erwarten, daſs die Pendelschwingungen von der Schwere in stärkerem Maſse auf den Kontinenten beschleunigt werden müſsten als auf dem Meere. Wenn aber trotz des augenscheinlichen Mangels an Masse die Anziehung auf oceanischen Gebieten sich gröſser erwiesen hat als auf dem Festlande, so lassen sich die Gründe dieser Erscheinung nur aus einer eigenartigen Anordnung der Materie unter der äuſseren Decke unseres Planeten herleiten, was bei der sehr allgemeinen Ausdehnung dieses letzten Phänomens auch die Vermuthung einer allgemein umfassenden Ursache nahe legt.

Die hierauf bezüglichen Thatsachen haben denn auch die Geophysiker zu allgemeinen Gesichtspunkten über den gegenwärtigen Zustand der Erdrinde geführt. Nach der Ansicht des englischen Astronomen Pratt, des bekannten Physikers Stokes, sowie des Pariser Astronomen Faye wäre die gröſsere Schwere auf oceanischem Gebiete durch die gröſsere Mächtigkeit der auf flüssiger Unterlage ruhenden Erdrinde unterhalb der Meeresbecken zu erklären. Durch die stärkere Abkühlung der Erdmasse an dem von 0° bis 2° C. temperirten Meeresboden soll die feste Rinde sich dort schneller und leichter gebildet haben, als unter den Kontinenten,[2]) so daſs das innere Magma der mittleren Erdoberfläche in dem Maſse näher liegt, als sich dort Festlandsmassen über das Meeresniveau erheben. Durch noch fortdauernde Abkühlung soll sich die Stärke der Kruste unter dem Oceane vermehren und dadurch einen gelinden Druck auf das innere Fluidum

[1]) S. Bericht über Lothabweichungen von Prof. F. R. Helmert, 1888, sowie Himmel und Erde II. S. 303f.

[2]) Die Temperaturmessungen auf offenem Meere haben gezeigt, daſs in einer Tiefe von 3700 Meter die Temperatur des Wassers + 1° C. beträgt, während in derselben Tiefe unter den Continenten die Erdwärme zu 150° geschätzt wird.

ausüben, welcher, den hydrostatischen Gesetzen gemäfs nach allen Richtungen sich gleichmäfsig fortpflanzend, das Bestreben äufsern wird, die minder widerstandsfähigen Rindentheile unter den Kontinenten zu heben. Hierdurch will Faye die säcularen Bodenschwankungen der Festlandsmassen erklären, wie er denn überhaupt von seiner Theorie einen grofsen Vortheil für die dynamische Geologie erwartet. Aus der weiteren Annahme, dafs die festen Oberflächenschichten von gröfserem spezifischen Gewichte seien als die obersten Schichten ihrer flüssigen Unterlage, kann er nun allerdings nicht allein die Inaktivität hoher Gebirgsmassen auf das Bleiloth ableiten, sondern auch die Intensitätszunahme der Schwere über dem Oceanareale erklärlich machen, in dem ja die unmittelbar unter dem Gebirge lagernde, spezifisch



Durchschnitt durch die Erde nach Faye.

leichtere Flüssigkeit den Ueberschufs in der Anziehung der scheinbar festen Massen kompensiren, auf dem Meere dagegen die dickere, schwerere feste Kruste eine Beschleunigung der Pendelschwingungen herbeiführen mufs.

Eine von dem Gedankengange Fayes etwas abweichende, aber im wesentlichen doch ähnliche Idee hat schon früher der berühmte englische Astronom Airy beim Bekanntwerden der indischen Schwereabnormitäten entwickelt. Unser Weltkörper soll hiernach eine flüssige Mittelschicht enthalten, deren spezifisches Gewicht gröfser ist, als dasjenige der sie umgebenden festen Felsrinde, welche daher je nach der verschiedenen Stärke ihrer Massenschollen in das Fluidum eintauchen und dasselbe im Verhältnifs zur eigenen Schwere verdrängen mufs. Aus dem tieferen Eintauchen der Gebirge folgt, dafs der Ueberschufs der Anziehung dieser sichtbaren Massenanhäufungen dadurch beglichen wird, dafs die dichtere Flüssigkeit daselbst durch unsichtbare

Protuberanzen verdrängt wird und somit aus gröfserer Entfernung wirken mufs. Die Thatsache der Schwerezunahme über dem Oceanareal glaubt indefs Airy uns so erklären zu können, dafs er der unter dem Meere gebetteten Erdrinde ein gröfseres spezifisches Gewicht zuschreibt als den Gebirgsmassen, die aus weniger dichtem Gesteine bestehen sollen.[3])

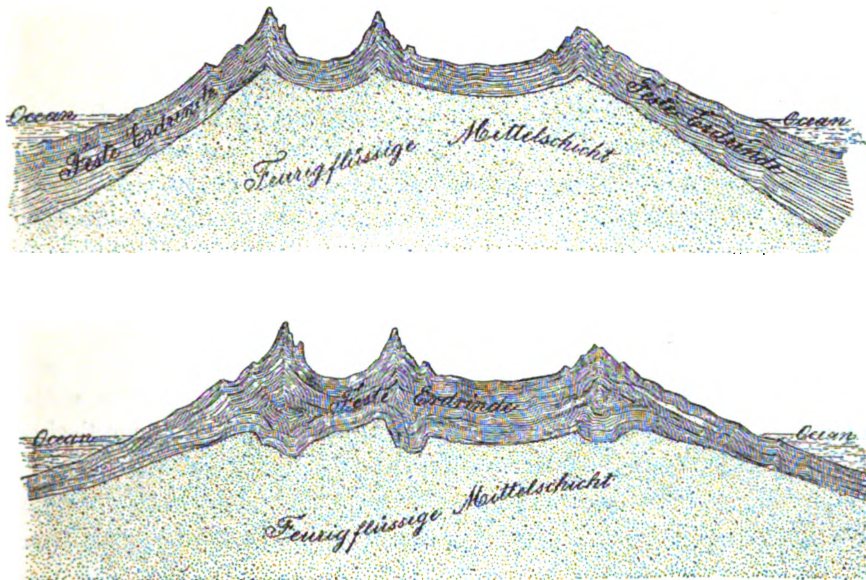
Der englische Geophysiker O. Fisher ist neuerdings in seinen „Untersuchungen über die Physik der Erdrinde" zu dieser Vorstellung zurückgekehrt und hat sie noch auf anderer Grundlage zu stützen versucht. Noch mehr als durch die angeführten geodätischen Thatsachen scheint ihm die Annahme, dafs unter den Gebirgszügen Protuberanzen des festen Erdmantels in ein darunter befindliches Gluthmeer hineinragen, dadurch an Wahrscheinlichkeit zu gewinnen, dafs die unter den Gebirgen liegenden Flächen gleicher Temperatur, die sogenannten „Isogeothermen" sich beständig in der Richtung nach abwärts verflachen. Indem Fisher sich an die Ergebnisse der Temperatur-Beobachtungen hält, welche bei der Durchbohrung des St. Gotthardtmassivs von Stapff und bei dem Mont-Cenis erzielt worden sind, führen ihn seine Rechnungen zu dem Schlufs, dafs die mittlere Dichte der unterseeischen Erdkruste 2.96 beträgt, während diejenige des continentalen Oberflächengesteins zu 2.3 bis 2.7 geschätzt wird. Für die Dicke der Gesteinskruste unter dem Meere findet er 32 km (20 engl. M.), für diejenige unterhalb der Continente in der Nähe der Oceane 40 km (25 engl. M.), während unter den Gebirgen sehr wohl eine Stärke von 71 km (44 engl. M.) erreicht werden kann.[4]) Auch meint Fisher, dafs die Gebirgsbildung durch Faltung der Erdkruste infolge Säkularabkühlung nur mit der Hypothese einer inneren Mittelschicht geschmolzener Silicate vereinbar sei.[5])

[3]) Im Jahre 1887 wurde von der Coast and Geodetic Survey in Honolulu und auf dem 10 000 Fufs hohen Vulkan Haleakala, der den gröfsten aller Krater besitzt, die Schwere gemessen. Die Messungen ergaben 2.8 als Dichte des Oberflächengesteins (die Geologen geben 2.3 an), ein Beweis dafür, dafs auf oceanischen Inseln die geologischen Verhältnisse andere sind, wie auf dem Festlande.

[4]) Nach der Thomson-Darwinschen Theorie müfsten sich bei so geringer Rindenstärke die körperlichen Gezeiten des Erdballs in weit höherem Grade bemerkbar machen, als man thatsächlich gefunden hat. Diese Schwierigkeit sucht Fisher durch einen interessanten und originellen Versuch zu umgehen, indem er das Henrysche Gesetz von der Absorption der Gase durch Flüssigkeiten auf die gluthflüssige Mittelschicht anwendet. (Proc. Cambr. Phil. Soc. 1886, VI, 19.)

[5]) Hierhin gehört auch die Gleichgewichtstheorie der Erdkruste von

Was nun bei dieser Hypothese sowie überhaupt bei der Rigiditätshypothese den festen Kern anbetrifft, so werden Betrachtungen hierüber wohl noch lange mehr die menschliche Phantasie als die nüchterne Forschung beschäftigen. Glaubt man doch auf Grund allerdings sehr unsicherer Induktionsschlüsse annehmen zu können, dafs im Mittelpunkte unserer Erde eine Temperatur von 20 000° C. und ein Druck von 3 Millionen Atmosphären vorhanden sei. Wir haben keine Vorstellung von dem physischen Zustande der Körper, die unter solchen Druck- und Temperaturverhältnissen zu leiden haben. Experimente über den Widerstand der uns bekannten Materialien haben gezeigt, dafs Granit unter dem Drucke von 700 Atmosphären, Basalt und



Durchschnitt durch die Erdrinde nach Faye und O. Fisher.

Porphyr unter einem solchen von 2 500 Atmosphären in Staub zerfliefsen. Die Metalle widerstehen zwar einer pressenden Kraft, die das Hundertfache, ja Tausendfache übersteigt — was die Geologen Dana, Poullet, Scrope und Nordenskjöld zu dem Glauben ver-

Babbage und Herschel, der zufolge die Ueberführung einer beträchtlichen Last von einem Gebiete der Erdoberfläche zu einem andern von mehr oder minder grofsen Senkungen des belasteten Flächenraumes und entsprechenden Hebungen des entlasteten begleitet sein mufs. Eine solche Entlastung erfahren die Continente durch die Erosionsthätigkeit, und sie müsten demzufolge in beständiger Hebung begriffen sein.

anlafst hat, der Erdkern bestehe ganz aus Eisen —, aber auch diese Substanzen reichen nicht aus, um das Spiel der Molekularkräfte in einem Körper zu erklären, welcher der Wucht von mehreren Millionen Atmosphären und dabei einer Temperatur von Tausenden von Graden unterworfen ist.

Herbert Spencer, ein bekannter englischer Physiker, fühlte derart die Schwere der aus dieser Druckwirkung entspringenden Folgen, dafs er annahm, unser Weltkörper sei eine Hohlkugel, mit Gasen von sehr hoher Spannung ausgefüllt. So fremdartig diese Vorstellung auch erscheinen mag, so weisen doch die Kant-Laplacesche kosmogonische Hypothese, sowie die spectralanalytischen Forschungen über die Beschaffenheit der kosmischen Nebelwolken gerade darauf hin, so dafs man solchen spekulativen Ausblicken ein tieferes Interesse nicht absprechen kann.

Wenn aber wirklich die Himmelskörper, speziell die Erde, aus dem Zustand äufserst verdünnter Gasnebel durch Verdichtung in den jetzigen übergegangen sind, so müssen sich die auf einander folgenden thermischen Zustandsänderungen an der Hand der Rechnung verfolgen lassen. Die Grundlagen einer solchen Analyse sind uns ja nicht mehr ganz unbekannt, indem das Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz uns die Beziehungen zwischen Dichte, Druck und Temperatur offenbart, die thermodynamische Theorie der Gase uns aufserdem den Charakter des Gleichgewichtszustandes erkennen lehrt, der in einer sich selbst überlassenen Gaskugel Platz greifen mufs. Mit der theoretischen Untersuchung dieses Gegenstandes hat sich vor einigen Jahren A. Ritter befafst, Zöppritz hat sie sodann weiter verfolgt, und die merkwürdigen Resultate, zu welchen sie dabei gelangt sind, lassen sich zum Theil auf die Erde anwenden.

Ohne uns tiefer in die Einzelheiten dieser schwierigen Analyse einzulassen, wollen wir nur erwähnen, dafs das Ergebnifs derselben eine Bestätigung der schon anderweitig gemachten Schlufsfolgerung ist, wonach in den centralen Theilen der Erde eine enorm hohe Temperatur und ein für unsere Verhältnisse kaum fafsbarer Druck obwalten mufs, und demnach wird sich diesen Untersuchungen gemäfs die Frage nach dem Zustand des Erdinnern so stellen lassen: welchen Aggregatzustand besitzen die Körper bei Temperaturen von 20000° C. und enorm hohem Druck, der im extremen Falle 3 Millionen Atmosphären erreichen kann.

Bekanntlich ist es den Physikern durch Anwendung aufserordentlich hoher Druckkräfte und Abkühlung gelungen, die permanenten

Gase zu verdichten und flüssig zu machen, und nachdem einmal die Möglichkeit ihrer Condensirung erwiesen ist, kann man als allgemein gültiges physikalisches Gesetz hinstellen, dafs alle Substanzen unter der Einwirkung äufserer pressender Kräfte alle Aggregatzustände anzunehmen vermögen, mithin also die gasförmigen, flüssigen und festen Zustände in einander ohne Continuitätsbruch übergeführt werden können. Dabei trat jedoch die Thatsache ans Licht, dafs hoher Druck allein die Condensationswirkung nicht hervorbringt, sondern dafs auch gewisse Temperaturbedingungen hierbei mafsgebend sind. Sobald der Wärmegrad eines Gases eine bestimmte Höhe überschritten hat, gelingt es in keiner Weise, selbst nicht durch Anwendung der gewaltigsten Druckkräfte, Gase zur Flüssigkeit zu komprimiren; es läfst sich beispielsweise ein solcher Erfolg nicht mehr erwarten, wenn Kohlensäure über 31^0, Stickoxydul über $36^1/_2{}^0$ erwärmt ist. Den Temperaturpunkt, bei welchem die Zustandsänderung eintritt, hat man als den „kritischen Punkt" bezeichnet.

In den centralen Theilen unserer Erde ist die Temperatur den obigen Erläuterungen gemäfs eine so ungeheure, dafs der kritische Punkt wohl aller uns bekannten Substanzen bei weitem überschritten wird. Wäre also unsere Erde ursprünglich wirklich ein gasförmiger Ball gewesen, der noch jetzt im Innern die hohe Temperatur bewahrt hat, so könnte auch die Kernmasse trotz des hohen Druckes nicht zur Flüssigkeit komprimirt worden sein, sondern sie müfste sich in einem eigenthümlichen Zustand befinden, der sich weder als gasförmig, noch als tropfbar flüssig, noch endlich als fest bezeichnen, sondern sich wohl kaum anders vorstellen läfst, als eine im überkritischen Zustande befindliche, unter der ungeheuren Verdichtung aller freien Beweglichkeit der Atome beraubte, d. h. also äufserst kompakte Masse, die mit den Gasen wenigstens gemein hat, dafs sie jeden gebotenen Raum vollständig zu erfüllen strebt.

Da nun schon bei verhältnifsmäfsig niedrigen Temperaturen von etlichen tausend Graden sich wahrscheinlich alle chemischen Verbindungen im Zustande der Dissociation befinden, so würde mit der Annahme eines derart gasförmigen Erdkerns auch die weitere unerläfslich erscheinen, dafs in seinem Innern die verschiedenen Grundstoffe vollkommen isolirt existiren. Dagegen könnten in den diesen Kern umlagernden Schichten, von abstufend niedrigeren Temperaturgraden, die Grundstoffe wegen der Abnahme der Dissociation sehr wohl zu chemischen Verbindungen zusammentreten, und weiter nach aufsen werden dieselben, vielleicht nach ihren Schmelz- und Siedepunkten gruppirt, im

flüssigen Zustande angetroffen, während das Magmameer durch den starren, uns zunächst liegenden Felspanzer umhüllt und abgeschlossen wird.

Dies wäre etwa in den allgemeinsten Zügen das Resultat, zu welchem uns die Kant-Laplacesche Hypothese unter Auswerthung der modernen, in unseren Laboratorien gewonnenen Kenntnisse von der physischen Konstitution der Materie führen würde, und dasselbe erscheint um so interessanter, als ja viele Sonnenforscher zu ganz ähnlichen Vorstellungen über die innere Beschaffenheit unseres Centralkörpers geleitet worden sind.[6])

Soll aber der Wissenschaft aus dieser Ritter-Zöppritzschen Theorie Erfolg erwachsen, so wird man zunächst die Gezeiten auf einem im Innern derart gasförmigen, von einer elastischen Hülle umgebenen Sphäroid bezüglich ihrer Höhe und Verzögerung theoretisch untersuchen und alsdann die Ergebnisse mit den thatsächlich beobachteten Meeresfluthen in Vergleich stellen müssen, ähnlich wie dies schon von Darwin in Hinsicht auf die Hypothese einer inneren Fluidität gethan worden ist. Dieser Weg, den Zöppritz vorgeschlagen hat, sowie vielleicht derjenige, welchen die Präcessionsbewegung des Erdballs darbietet, falls sich im Betrage der für sie mafsgebenden Gröfsen im Lauf der Jahrhunderte merkliche Aenderungen feststellen lassen, sind wohl die einzigen, auf denen man in Zukunft zu Aufschlüssen über die Constitution und physische Beschaffenheit des centralen Erdkerns gelangen dürfte, während für die Ergründung der Anordnung der Materie in den mehr äufseren Schichten — in Tiefen, die der direkten Forschung stets unzugänglich bleiben — die Feststellung der Lothabweichungen berechtigte Hoffnungen auf Erfolg geben kann.

Dieser induktive Weg in der Erkenntnifs des Erdbaus ist zwar schwierig und langsam fördernd, aber für die Wissenschaft hat er seine unbestreitbare Bedeutung. Die gröfsten Errungenschaften, die Kepplerschen Gesetze, das Newtonsche Gravitationsprinzip sind doch auch nur auf diesem Wege gewonnen worden.

---

[6]) Vergl. die Spekulation von Aitkens über das Anwachsen der Sonnen-Energie. Himmel und Erde, Jahrg. I. S. 41.





Karl Ludwig Hencke.



Biographische Bilder.

1. Dr. Karl Ludwig Hencke.

Von Prof. **Wilhelm Foerster,**
Direktor der Königl. Sternwarte zu Berlin.

(Mit dem Bildnifs Henckes.)

In dem ersten Hefte dieser Zeitschrift (Oktober 1888) ist schon darauf hingewiesen worden, welchen besonderen Werth biographische Darstellungen für die Pflege des Verständnisses der naturwissenschaftlichen Forschung haben können.

Die wissenschaftliche Erörterung kann durch Verwebung mit der Schilderung von Persönlichkeiten für weite Kreise anziehender und fruchtbarer gemacht werden, und das Bild des Menschen selber wird durch seine Einfügung in eine gröfsere kosmische Entwickelung gehoben und verschönt.

Es ist in letzterem Sinne nicht ohne Absicht, dafs der Anfang dieser Reihe biographischer Bilder aus der Entwickelungsgeschichte der Astronomie und der verwandten Naturwissenschaften mit dem Lebensbilde eines ganz schlichten Mannes gemacht wird und nicht mit einem der glänzenderen, so zu sagen selbstleuchtenden geschichtlichen Namen.

Dr. Karl Ludwig Hencke ist aber zugleich der Vertreter einer Geistesrichtung, auf deren Sympathie die Gesellschaft Urania vorzugsweise zu rechnen hat, und für welche sie in Zukunft von besonderer Bedeutung sein wird.

Unter den Mitlebenden, sogar unter denjenigen, die sich in ihren Mufsestunden mit Astronomie beschäftigen, werden Viele den Namen Hencke nicht kennen, obwohl er um die Mitte der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts auch in der Oeffentlichkeit viel genannt und gerühmt wurde.

Die wissenschaftlichen Erfolge seines Lebens lagen auf einem Gebiete, welches früherhin mit grofsem Glanz und Ruhm umgeben war, nämlich auf dem Gebiete der Planeten-Entdeckungen. Dasselbe hat aber in neuerer Zeit, seitdem mitunter ein einziges Jahr die Planeten-Entdeckungen dutzendweise gebracht hat, und seitdem die Anzahl der uns bekannten Planeten unseres Sonnensystems auf nahezu 300 angewachsen ist, an Nimbus bedeutend verloren.

Auf den ersten Blick könnte man also dieser Biographie keinen besonderen Eindruck bei unseren Lesern versprechen: Ein jetzt fast vergessener Mann und ein jetzt mit Gleichgültigkeit, fast mit Abneigung betrachteter Zweig der astronomischen Forschung.

Doch mufs in der That ein gewisser Reiz in dem Lebensbilde enthalten sein; denn dasselbe hat bis in das letzte Jahrzehnt in mehr oder minder gelungener Darstellung in einer Reihe von Zeitschriften Aufnahme gefunden.

Der tieferen wissenschaftlichen Bedeutung der Leistungen des Mannes und seiner geistigen Eigenart ist aber die volle Würdigung dabei noch nicht zu theil geworden.

Dem Verfasser der vorliegenden Skizze ist es indessen vergönnt gewesen, nicht blofs auf nahe verwandtem Forschungsgebiete mit Hencke zu arbeiten, sondern auch persönlich Jahre lang mit ihm so zu verkehren, dafs er hoffen darf, seiner Schilderung auch durch einige lebensvollere Züge bei unseren Lesern eine antheilsvolle Aufnahme zu verschaffen.

Karl Ludwig Hencke war Postsekretär zu Driesen, einem kleinen Städtchen in der Neumark. Er war am 8. April 1793 ebendaselbst geboren, hat fast sein ganzes Leben in Driesen zugebracht und ist am 21. September 1866 in Marienwerder, wo er zum Besuche in dem Hause eines Schwiegersohnes weilte, gestorben.

Schon in seinem 14. Lebensjahre war er als Aspirant in den Postdienst getreten. Eine kurze Unterbrechung dieser Berufsthätigkeit brachte der Krieg von 1813, in welchem er als Freiwilliger den Fahnen folgte. Aber schon nach der Schlacht bei Lützen, in welcher er das Anerkenntnifs der Tapferkeit gewann und verwundet wurde, sah er sich genöthigt, wegen eines Leibesschadens in den Postdienst zurückzutreten. Diesem gehörte er alsdann bis zum Jahre 1837 an, wo er seine Verabschiedung mit einer jährlichen Pension von 225 Thlr. in Gnaden erlangte.

Von diesem Zeitpunkte ab weihte sich Hencke ganz der Wissenschaft. Er hatte schon um Weihnachten 1821 sich trotz seiner be-

scheidenen Lage ein Fernrohr aus der Fraunhoferschen Werkstatt verschafft, welches etwas mehr als 100 Thaler kostete, und mit diesem Fernrohr hatte er schon Jahrelang den nächtlichen Postdienst mit dem Dienste der Urania kombinirt. Nun wandte er sich mit vollem Eifer der Sternkunde zu. Trotz sehr geringer Schulbildung hatte Hencke sich einen merkwürdigen Ueberblick über den damaligen Stand der astronomischen Forschung verschafft, und es gelang ihm jetzt, mit seiner eigenen astronomischen Thätigkeit genau an der Stelle einzugreifen, an der es damals zu einem kräftigen Fortschritt gerade derjenigen derben Zuversicht und Energie bedurfte, welche den eigentlichen Fachmännern mitunter in der Fülle der Probleme und in der vertieften Einzelarbeit abhanden kommt.

Die Geschichte der Wissenschaft ist reich an ähnlichen, eigenthümlich interessanten Fällen, in denen die treue und strenge Arbeit der Fachmänner die unerläfslichen soliden Grundlagen zu bedeutsamen Fortschritten geschaffen hatte, und in denen es dann der kritischen Vorsicht der leitenden Kreise der Fachgenossenschaft begegnete, dafs die ersten Früchte ihrer grofsartigen Vorarbeiten ganz oder zu einem wesentlichen, den allgemeinen Eindruck bestimmenden Theile nicht aus ihrer Mitte, sondern von lebhaften, muthig zugreifenden Neulingen der Forschung geerntet wurden, deren Geistesfrische die Unvollkommenheiten ihrer wissenschaftlichen Ausrüstung reichlich ersetzte.

Ein sehr eindrucksvolles Beispiel dieser Art liegt ja auch in der geschichtlichen Entwickelung der Lehre von der Erhaltung der Kraft vor und zwar besonders charakteristisch dafür, dafs es sich meistens nur um ganz kurze Vorsprünge der genialen Neulinge handelt, denen die vollere und reichere fachmäfsige Entwickelung, oftmals in ganz unabhängiger Weise, aber doch schliefslich von jenen Vorgängern gestützt und gefördert, dicht auf dem Fufse folgt.

Wer die in den Universitätsjahren übliche Eintheilung der Menschen in Studenten und Philister nicht (in veränderter Fassung) auch in reiferen Jahren beibehält, kann jene Erscheinungen nur mit Freude und Dank betrachten, denn sie stellen sich als ein Theil jener wundervollen Regulirung menschlichen Zusammenwirkens dar, deren Anblick bei tieferer Forschung in der Geschichte der Kultur-Entwickelung immer aufs neue zur Andacht stimmt.

Also unser Postsekretär a. D. griff nun hinein in den vollen Sternenhimmel. Er hatte sich an demselben zunächst mit Hülfe von Bodes Anleitung zur Kenntnifs des gestirnten Himmels orientirt und sich auch bald nach der Anschaffung seines Fernrohrs, welches ihm

gewissermafsen einen Platz unter den Astronomen gab, persönlich bei dem Verfasser jenes Buches, welcher damals noch Direktor der Berliner Sternwarte war, vorgestellt und Raths erholt.

Sehr bald war er jedoch über diese Stufe astronomischen Lernens hinausgekommen und hatte nach genaueren und vollständigeren Sternkarten verlangt, in denen alle in seinem Fernrohre sichtbaren Sterne verzeichnet wären. Ein ausgezeichnetes Auge und eine ungewöhnliche Gabe der Schätzung nach dem Augenmafse, auch ohne irgend welche feinere Messungsmittel, halfen ihm ein besonderes Vergnügen darin finden, die Lage und Helligkeit der Sterne mit den entsprechenden Angaben einer Karte zu vergleichen.

Sehr bald hatte er herausgefunden, dafs die damals vorhandenen, an Vollständigkeit und Genauigkeit über Bodes Karten hinausgehenden Sternkarten auch noch sehr viel zu wünschen übrig liefsen und bei weitem noch nicht alles enthielten, was er in seinem Fernrohr sehen konnte.

Sogleich nach der Erfindung des Fernrohrs (1608) hatte man sich schon davon überzeugt, dafs zwischen den mit blofsem Auge sichtbaren Sternen, deren lichtschwächste man Sterne sechster Gröfse nennt, zahllose noch lichtschwächere Sterne die Himmelsfläche erfüllen, und dafs insbesondere das mattere, lichtwolkenartige Leuchten gewisser Regionen des Himmels von einer besonders reichen Zusammendrängung solcher lichtschwächeren Sterne an diesen Himmelsflächen herrührt. Mit der Steigerung der Lichtstärke der angewandten Fernröhre schien ferner die Anzahl der noch deutlich erkennbaren lichtschwächeren Sterne so gewaltig zuzunehmen, dafs man den Eindruck eines unermefslichen Reichthums und zugleich einer unergründlichen Tiefe des Himmelsraumes empfing. Es ist aber erklärlich, dafs solche Eindrücke den wissenschaftlichen Antrieb zur Aufzeichnung und Festlegung dieser für unsere Wahrnehmung neu erworbenen, aber die Einbildungskraft fast überwältigenden Schätze eine Zeitlang nicht recht aufkommen liefsen.

Auch waren die Astronomen in den ersten beiden Jahrhunderten nach der Erfindung des Fernrohrs mit anderen grofsen Aufgaben, nämlich mit der Anwendung des neuen Werkzeuges auf die Ausmessung der Bewegungen und Gestaltungen in unserem Sonnensysteme, sowie mit der Durchbildung und Vervollkommnung der schon im Alterthum emporgewachsenen grofsen mathematischen Bewegungstheorien vollauf beschäftigt. Man mufste sich also dem Sternenhimmel gegenüber, an welchem bis dahin Jahrtausende hindurch volle Ruhe

oder nur höchst regelmäfsige gemeinsame Bewegungen geherrscht zu haben schienen, zunächst mit feineren Ausmessungen der Lage der helleren, dem blofsen Auge sichtbaren Fixsterne begnügen, welche die festen Stationen für die Messung der Bewegungen der näheren Himmelskörper abgaben, und man kam daher eine Zeitlang in der Anfertigung von Sternkarten nicht wesentlich über die Leistungen der Vergangenheit hinaus.

Nachdem aber gegen Ende des 17. Jahrhunderts die ersten deutlichen Spuren von schnelleren, eigenthümlichen Ortsveränderungen einzelner dieser helleren Sterne gegen die übrigen Fixsterne gefunden worden waren, und nachdem in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts Wilhelm Herschels Durchforschungen des Himmels begonnen und dazu geführt hatten, zahlreiche Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelsterne, sowie an den Grenzen unseres Sonnensystems einen bis dahin unbekannten Planeten zu entdecken, den Herschel in seinem mächtigen Fernrohr sofort an seiner Scheibengestalt als einen uns näheren, von den uns stets punktartig erscheinenden Fixsternen verschiedenen Himmelskörper erkannte, entwickelte sich die Forschung am Sternenhimmel und die Orts- und Helligkeits-Bestimmung von zahlreichen Fixsternen immer lebhafter.

Im Anschlufs an die Entdeckung des Uranus durch Herschel hatte sich unter den Astronomen zugleich die Erwartung gesteigert, dafs das Fernrohr auch an anderen Stellen unseres Sonnensystems zur Entdeckung von bisher noch unbekannten Mitgliedern desselben verhelfen werde. Und da war es insbesondere die grofse ringförmige Lücke zwischen der Bahn des Mars und der über dreimal so weit als letztere von der Sonne abstehenden Bahn des Jupiter, in welcher schon Keppler einen bis dahin noch unbekannten Planeten prophetisch eingefügt hatte, und in welcher man nun mit Hülfe des Fernrohrs einen oder mehrere bis dahin wegen geringer Helligkeit noch nicht wahrgenommene Planeten zu finden hoffte. Bestärkt wurde diese Erwartung dadurch, dafs auch die Bahn des neu entdeckten Planeten Uranus sich in eine ziemlich regelmäfsige, durch die Abstände der übrigen Planetenbahnen von der Sonne dargestellte und nur zwischen Mars und Jupiter des entsprechenden Gliedes ermangelnde Zahlenreihe mit demselben Genauigkeitsgrade wie die übrigen Planetenbahnen eingefügt hatte.

Eine gefeierte Bestätigung wurde dieser Erwartung zu theil durch die am 1. Januar 1801 als eine erste Frucht der eifrigen Ortsbestimmungen und Aufzeichnungen von Fixsternen geglückte Ent-

deckung eines neuen Planeten, dessen Bahn in der That in die Lücke zwischen der Mars- und der Jupiter-Bahn hineinpafste. Die Entdeckung dieses Planeten, welcher den Namen Ceres empfing, gelang dem italienischen Astronomen Piazzi zu Palermo, welcher einer der eifrigsten Mitarbeiter an den Grundlagen der Vervollständigung der Sternkarten, nämlich an der genaueren Ortsbestimmung von zahlreichen lichtschwächeren Fixsternen war.

Der neue Planet war so klein, dafs er sich dem Anblicke nach von den Fixsternen gar nicht mehr unterschied, also überhaupt nur durch Wiederholung der Vergleichungen von Sternkarten mit dem wirklichen Befunde am Himmel vermöge seiner Ortsveränderung unter den Sternen als ein unserem Sonnensysteme angehöriger Himmelskörper erkannt werden konnte.

Und zwar sind die Bewegungen dieser Planeten im allgemeinen nicht schnell genug, um schon während einer Nacht dem blofsen Anblick auffällig zu werden, wenn nicht zufällig der Planet so nahe neben einem Fixsterne erblickt wird, dafs schon ganz kleine Bewegungen sich in sehr augenfälligen Stellungsveränderungen des Planeten zu dem Sterne kundgeben. Es bedurfte damals meistens der Wiederholung der Vergleichung einer Sternkarte mit dem Himmel an den folgenden oder einem der folgenden Abende, um solche kleine, fixsternartig aussehende Planeten aus der grofsen Anzahl der Fixsterne zweifellos auszusondern und in ihrer Eigenart zu erkennen. Natürlich gelang dieser ganze Nachweis um so leichter und sicherer, je genauer und vollständiger die Sternkarten selber waren, und je genauer und erschöpfender in verhältnifsmäfsig kurzen Zeiträumen die Vergleichung derselben mit dem Himmel und die Ortsbestimmung eines der planetarischen Natur verdächtigen Lichtpunktes ausgeführt werden konnte.

Die blofse Wahrnehmung, dafs in einer Konfiguration von Sternen ein früher in der Karte eingetragener Stern von einer bestimmten Helligkeit nicht mehr da war, oder dafs an einer früher leeren Stelle sich jetzt ein Stern deutlich erkennen liefs, genügte nicht zur sofortigen Konstatirung der Existenz eines Planeten, weil zahlreiche Fixsterne merkliche Schwankungen ihrer Helligkeit erfahren, welche sehr wohl bewirken können, dafs auch ein bisher wahrgenommener Fixstern zu einer anderen Zeit nicht mehr deutlich gesehen oder dafs an einer früher leeren Stelle zu einer anderen Zeit ein Fixstern deutlich wahrgenommen wird. Es bedarf also jedenfalls auch des Nachweises der

erheblichen Ortsveränderung eines solchen Lichtpunktes gegen die benachbarten Fixsterne, um eine Planeten-Entdeckung zu konstatiren.

In ganz derselben Weise wie die Entdeckung der Ceres glückten in den folgenden sechs Jahren noch die Entdeckungen von drei anderen ebenso kleinen, ebenfalls fixsternartig erscheinenden Planeten, nämlich der Pallas, Juno und Vesta, deren Bahnen ebenfalls zwischen der Mars- und Jupiter-Bahn liegen. Dann aber gab es in diesen Entdeckungen eine lange Pause, welche erst durch Hencke beendet wurde.

Diese Pause erscheint gegenwärtig, wo wir wissen, dafs sich zwischen der Mars- und der Jupiter-Bahn mindestens mehrere Hunderte von solchen kleinen Planeten bewegen, auf den ersten Blick schwer erklärlich. Man sollte meinen, dafs dieselben Prozesse der weitergehenden Aufzeichnung von Fixsternen nach Lage und Helligkeit und der fortwährenden Vergleichung solcher Aufzeichnungen mit dem Himmel einen stetigen Fortgang jener Entdeckungen ermöglicht haben müfsten, wenn sich die Astronomen eben nur so ausdauernd, wie es später durch Hencke und seine Nachfolger geschah, darum bemüht hätten.

Näher besehen liegt die Sache aber wesentlich anders. Die vier Planeten, welche zu Anfang dieses Jahrhunderts entdeckt wurden, sind die bei weitem gröfsten und hellsten der ganzen Gruppe, und ihre Helligkeit steht derjenigen der schwächsten, mit blofsem Auge eben noch erkennbaren Fixsterne durchschnittlich nur um eine bis anderthalb solcher Gröfsen oder Helligkeitsstufen nach, deren fünf zwischen dem Lichte jener Sterne und dem Lichte der Sterne erster Gröfse enthalten sind. Mit andern Worten, die vier im Anfange dieses Jahrhunderts entdeckten Planeten gleichen durchschnittlich in ihrer Helligkeit und ihrem Aussehen den Fixsternen 7. bis 8. Gröfse.

Diese Planeten konnten also mit einer gewissen Sicherheit und Einfachheit des Verfahrens gefunden werden, sobald eine gehörige Vollständigkeit in der Messung und Aufzeichnung der Oerter und Helligkeiten derjenigen Fixsterne vorlag, welche nicht lichtschwächer als von der 7. bis 8. Gröfse waren, und hierfür waren zu Anfange dieses Jahrhunderts wenigstens auf denjenigen Himmelsflächen, welche bei der Aufsuchung der Planeten wesentlich in Frage kommen, ziemlich ausreichende Grundlagen vorhanden.

Die Fernröhre, welche bei derartigen Aufsuchungen damals zur Anwendung kamen, nämlich verhältnifsmäfsig kleine Fernröhre von grofsem Gesichtsfelde, reichten eben noch aus, die Sterne von der

achten Gröfse sogar bei weniger günstigem Luftzustande mit aller Sicherheit und Stetigkeit zu erkennen, während sie noch nicht mit derselben Sicherheit bis zu denjenigen lichtschwächeren Gröfsenklassen reichten, denen die anderen, viel später entdeckten Planeten derselben Gruppe angehören.

Die Hauptschwierigkeit aber, welche sich der Auffindung dieser lichtschwächeren Planeten damals entgegenstellte, war die Unvollständigkeit der Kenntnifs des vorhandenen festen Bestandes an ebenso lichtschwachen Fixsternen, also an Fixsternen von mehr als 8. und 9. Gröfse.

Es galt also jetzt zunächst, diese festen Bestände mittels ausdauernder Messungen aufzunehmen und dieselben alsdann in Karten einzuordnen. Hierzu aber waren mehrere Jahrzehnte organisirter astronomischer Arbeit erforderlich. An die Spitze dieser Organisation stellte sich damals die Berliner Akademie der Wissenschaften, und die Messungsarbeiten selber wurden überwiegend von dem grofsen Astronomen Bessel in Königsberg ausgeführt.

Aus diesen Messungen und denjenigen einiger früherer Beobachter, insbesondere auch des französischen Astronomen Lalande und seiner Mitarbeiter, die noch im 18. Jahrhundert auf der Sternwarte der École militaire zu Paris eifrige Aufnahmen des Bestandes an Fixsternen bis nahezu zur 9. Gröfse ausgeführt hatten, gingen die Berliner Akademischen Sternkarten hervor.

Man hatte gehofft, dafs schon bei der Anfertigung dieser Karten, bei welcher häufige Vergleichungen derselben mit dem Himmel stattfanden, sich die Entdeckung lichtschwächerer Planeten, etwa von der Helligkeit der Sterne 8. oder 9. Gröfse, als ein Nebenresultat dieser Fixstern-Inventarisirung ergeben werde. Als diese Erwartung sich nicht erfüllte, war man in fachmännischen Kreisen geneigt anzunehmen, dafs keine Planeten dieser Art mehr vorhanden seien, oder dafs die noch vorhandenen viel lichtschwächer seien, dafs daher noch viele Jahrzehnte weiterer Aufzeichnungen von viel lichtschwächeren Sternen erforderlich sein würden, um weitere Planeten-Entdeckungen zu machen.

Zwar liefs man sich hierdurch keineswegs entmuthigen, die Anfertigung jener akademischer Sternkarten fortzusetzen und zu vervollständigen, denn diese Karten sollten nicht blos für die Nachforschung nach Planeten, sondern auch für die Festlegung des damaligen Befundes der Oerter und der Helligkeiten einer grofsen Zahl von Fixsternen dienen, welche ihrerseits als feste Anhaltspunkte bei der Ortsbestimmung der beweglichen Himmelskörper, also der bereits bekannten

Planeten und der zahlreichen Kometen von Wichtigkeit waren. Aber es lag doch die Gefahr einer Stockung dieses ganzen Zweiges astronomischer Arbeit und der andauernden Geltung eines ganz irrigen Eindruckes nahe, wenn nicht in diesem Zeitpunkte unser mit ruhelosem Eifer am Himmel forschender Postsekretär a. D. eingegriffen hätte.

Mit Hülfe seines trefflichen Fraunhoferschen Fernrohres, dessen Lichtstärke diejenige der entsprechenden kleinen Fernröhre vom Ende des 18. und Anfange des 19. Jahrhunderts bedeutend übertraf, hatte er unter Benutzung der vorhandenen Sternkarten sich selber aufserordentlich vollständige Karten von weiten Himmelsflächen hergestellt, und der glühende Eifer, mit welchem er dieselben immer und immer wieder mit dem Himmel verglich, scheint alles übertroffen zu haben, was bis dahin diesem einzelnen Forschungszweige gewidmet worden war. Sicherlich war die aufopfernde Hingebung vieler Astronomen an ihre Forschungsarbeiten auch zu Henckes Zeit nicht geringer als die seine, aber die specielle Virtuosität und die Theilung der Arbeit war auf diesem Gebiete noch nicht so entwickelt, wie späterhin, und Hencke konnte sich damals in seiner Lebensstille ganz und gar auf dieselbe koncentriren. So geschah es, dafs eines Tages der grofsen astronomischen Welt aus dem kleinen Dachkämmerchen in Driesen ein Licht aufging.

An einer Stelle des Himmels, welche in Henckes Karten sorgfältig verzeichnet, aufserdem auch in einer der besten der Berliner akademischen Karten aufgenommen war, sah Hencke am 8. Dezember 1845 zum ersten Male ein Sternchen, welches etwas schwächer als 9. Gröfse und in keiner der Karten verzeichnet war. Die noch offen bleibende Möglichkeit, dafs dies ein Fixstern von veränderlichem Lichte war, der früherhin zu lichtschwach gewesen, um deutlich erkennbar zu sein, glaubte Hencke ausschliefsen zu können, weil er dieselbe Gegend des Himmels Jahre lang so oft mit seiner Karte verglichen habe, dafs, wenigstens bei periodischer Veränderlichkeit des Lichtes eines an dieser Stelle stehenden Fixsterns, derselbe irgend einmal ebenso deutlich wie am 8. Dezember hätte sichtbar sein müssen.

Hencke sandte also nach Berlin an die Vossische Zeitung eine Nachricht über seine Entdeckung. Der Abdruck derselben erfolgte sofort in der Nummer vom 13. Dezember. Schon am folgenden Tage wurde auf der Berliner Sternwarte durch Encke festgestellt, dafs das Sternchen seit dem 8. Dezember seinen Ort unter den Fixsternen erheblich verändert und sich dadurch wirklich als ein neuer Planet erwiesen hatte. Die Nachricht hiervon sandte Encke sofort an

Hencke in einem Briefe, welcher mit den Worten beginnt: „Mit der gröfsten Freude und dem herzlichsten Glückwunsche kann ich Ihnen melden u. s. w.“

Und nun häufte sich Dank und Anerkennung von allen Seiten auf den schlichten Mann: Die grofse goldene Medaille für Wissenschaft von König Friedrich Wilhelm IV., zum Ordensfeste 1846 der rothe Adler-Orden IV. Kl., unter Vermittelung von Encke und Humboldt im März 1846 eine Jahresrente von 300 Thlr., welche Hencke nach seinen sonstigen Verhältnissen und Ansprüchen damals sorgenfrei machte, um dieselbe Zeit die grofse Medaille für Wissenschaft vom König von Dänemark, einige Zeit nachher die Ernennung zum Ehrendoktor der Philosophie von Seiten der philosophischen Fakultät der Universität zu Bonn, vermittelt durch den hochverdienten Fachgenossen Argelander, sodann Preise und Ehrenmitgliedschaften aus Paris und London u. s. w.

Wahrhaft herzbewegend war für Hencke, wie man aus seinen eigenen Aufzeichnungen sieht, der aufserordentlich warme und wahrhaft brüderliche Ton, mit welchem ihn die Argelander, Encke u. s. w. beglückwünschten und besonders auch die Begeisterung, mit welcher ihn Alexander von Humboldt schriftlich und mündlich anredete. Für diesen treuen Förderer der wissenschaftlichen Kultur seines Heimathlandes hatte diese Entdeckung, welche gewissermafsen dem märkischen Sande entsprofs und dem hochstrebenden Volksgeiste zu danken war, etwas wahrhaft Entzückendes.

Ich erwähne diese Einzelheiten hauptsächlich deshalb, weil in einigen früheren Schilderungen von Henckes Entdeckung die Sache so dargestellt ist, als ob die Männer der Wissenschaft dieselbe mit blödem Unglauben und schnöder Verkleinerungssucht aufgenommen hätten, etwa weil sie zu ihren Voraussagungen in Widerspruch trat, oder aus anderen Arten von Kleinsinn. Es ist möglich, dafs es auch Aeufserungen dieser Art von wissenschaftlicher Seite damals gegeben hat; doch dient es nur der Verhetzung, wenn man dieselben übermäfsig hervorhebt und ihnen mehr Bedeutung zuschreibt als sie in der Wissenschaft gehabt haben können.

An die Benennung des neuen Planeten, um welche Encke von dem Entdecker ersucht wurde, knüpften sich für den letzteren auch noch mannigfache Korrespondenzen. Begeisterte Preufsen schlugen den Namen Friedrich Wilhelm vor u. s. w. Schliefslich wurde der Name Astraea gewählt.

Hencke liefs sich, wie man aus seinen Brief-Entwürfen und

sonstigen Aufzeichnungen sieht, von allen den Ehren und Anerkennungen in keiner Weise beirren. Er arbeitete eifrig weiter und konnte schon am 1. Juli 1847 die Entdeckung eines zweiten Planeten verkünden, welcher den Namen Hebe empfing und ihm neue Ordensauszeichnungen und Anerkennungen, unter letzteren auch einen sehr herzlichen Brief von Gaufs einbrachte. Dies war das Ende seiner selbstständigen Entdeckungen. Wenige Wochen nachher, im August 1847, begann der englische Astronom Hind in London mit viel stärkeren optischen Mitteln die grofse Reihe jener schnell aufeinander folgenden virtuosen Entdeckungen der zwischen der Mars- und der Jupiter-Bahn die Sonne umkreisenden kleinen Planeten zu eröffnen, welche gegenwärtig noch fortgehen und jetzt die Anzahl der uns bekannten Planeten dieser Gruppe bis auf 293 (die letztgefundenen immer kleiner und lichtschwächer bis zur 12. Gröfse) gebracht haben. Es ist aber ganz klar, dafs Henckes Ausdauer und Henckes Erfolg die Bahn hierfür gebrochen hatte. Und obgleich man jeder einzelnen dieser massenhaften Entdeckungen selbstverständlich auch nicht entfernt mehr den Werth beilegt und die Aufmerksamkeit erweist, wie der Entdeckung der Astraea und der Hebe, so hat doch die Gesamtheit dieser Vervollständigungen der Kenntnifs unseres Planeten-Systems nach vielen Seiten hin eine sehr grofse wissenschaftliche Bedeutung, deren Erörterung aber an dieser Stelle zu weit führen würde.

Hencke hätte gegenüber den viel gröfseren optischen Mitteln und den spezialistischen Methoden und Einrichtungen, mit welchen jetzt zahlreiche Astronomen von Fach seine Entdeckungen weiter führten und vervielfältigten, resignirt znrücktreten können. Er blieb aber fast bis ans Ende seines Lebens mit der Anfertigung von Sternkarten und der Vergleichung der Himmelsflächen mit denselben beschäftigt. Wiederholt fand er dabei auch noch Planeten und auch Fixsterne von veränderlichem Lichte, aber es waren jetzt zu viele Astronomen, gerade auf Grund seiner Erfolge, auf demselben Felde thätig, so dafs er nirgends mehr die Priorität einer Entdeckung errang. Er trug dies mit Gelassenheit in dem Bewufstsein, dafs seine, unablässig von ihm vervollständigten Sternkarten doch für alle Zukunft einen ansehnlichen Werth behalten würden. In der That wurden dieselben nach seinem Tode von der hiesigen Akademie der Wissenschaft angekauft für einen Preis, der zwar nicht entfernt der darauf verwendeten rastlosen Mühwaltung entspricht, aber die historische und sachliche Bedeutung jener Karten, soweit sich eine solche überhaupt in Geld angeben läfst, vollkommen anerkennt.

Dr. Hencke war, als ich ihn 8 Jahre nach der Entdeckung der Hebe auf der Berliner Sternwarte in seinem 62. Jahre kennen lernte, ein noch recht rüstiger Mann von höchst lebhaftem Geiste und Temperamente. Er war zweifellos ein durchaus eigenartiger Denker von völlig unabhängiger, fast radikaler Art.

Neben der Astronomie interessirte ihn besonders die Musik und ihre Theorie, welche er mitunter in anziehender Art in seine kosmologischen Ansichten verflocht, an die alten philosophischen Harmoniker erinnernd. Dem jüngeren Fachgenossen warf er es einst am Ende einer längeren Verhandlung über religiös-philosophische Fragen mit einer gewissen Schärfe vor, dafs er weniger radikal sei, als er, der alte Mann. Sonst sei das doch meist umgekehrt, die Jugend sei sonst im allgemeinen radikal, das Alter versöhnungs- und milderungsbedürftig.

Seine Grundstimmung in allgemeinen weltbewegenden Fragen stammte noch aus einer weiter zurückliegenden Zeit, seiner Jugendzeit, in welcher der wissenschaftliche Idealismus, der ihn erfüllte, offenbar in seiner näheren und weiteren Umgebung, ja in der offiziellen Welt seines Landes unterschätzt und an vielen Stellen sogar als ein feindliches und gefährliches Element betrachtet wurde. Daher der energische Radikalismus seiner Weltanschauung, welche ihre allgemeinere Berechtigung in jener früheren Zeit erst noch zu erkämpfen hatte.

Jenes Gespräch mit dem jüngeren Fachgenossen fand aber in einem Zeitpunkte statt, in welchem die naturwissenschaftlich-materialistische Richtung schon längst zur Offensive und sogar zu Uebertreibungen übergegangen war, gegen welche sich der grofsmüthige, begeisterungsbedürftige Sinn jeder gesunden Jugend auflehnt.

Auch gegenwärtig kann man ja wieder manche ähnliche Stimmungsverschiedenheiten zwischen Alter und Jugend in allgemeineren Fragen wahrnehmen. Man soll die Jugend darum nicht schelten und ja nicht glauben, dafs sie deshalb geistig niedriger stehe. Dergleichen wechselt oft schnell, und man könnte dies zu grofser Enttäuschung erfahren, wenn jemals die Grundlagen des idealen Rechts- und Wahrheits-Sinnes, der auch in der patriotisch befriedigten Mehrheit der jetzigen gebildeten Jugend lebt, in Frage gestellt werden sollten.

Noch ein Wort über die Zukunft ähnlicher Bestrebungen, wie diejenigen waren, die Dr. Henckes ganzes Leben erfüllten und verschönten. Der Mitwirkung solcher Helfer wird die wissenschaftliche Forschung in der Folge, wenn auch in veränderter Form, erst recht bedürfen; denn zumal in der Astronomie ist die Fülle der Aufgaben

welche durch sehr schlichte Messungen, ja schon durch gewissenhafte Zählungen und ähnliche sehr einfache Operationen zu lösen oder zu fördern sind, und welche zugleich durch die Weite und Gröfse ihrer Ausblicke auch die schlichtesten Mitarbeiter innerlich adeln und belohnen, in mächtigem Wachsthum begriffen. In mancher Hinsicht werden diese Mitarbeiter es bequemer haben, als unser Hencke es bei seinem anhaltenden Nachtwachen am Dachfenster hatte. Sind erst viele Millionen von immer lichtschwächeren Sternen auf Tausenden von photographischen Platten aufgezeichnet, so wird es einer grofsen Schaar von Helfern aus allen Lebenskreisen bedürfen, die nicht blos zur Nachtzeit, sondern auch zu beliebigen Tageszeiten in diesem grofsen Buche der Himmelswelt lesen helfen und dann auch an dem Frohgefühl theil nehmen werden, mit welchem wir allmählich reiche Schätze von Ergebnissen und Entdeckungen aus diesem Buche ablesen lernen.





Beobachtungsresultate über die totalen Sonnenfinsternisse am 1. Januar und 22. Dezember 1889.

Im ersten Jahrgange unserer Zeitschrift (S. 378) haben wir schon darauf hingewiesen, mit welch regem Interesse die Phänomene der grofsen, namentlich in Californien sichtbar gewesenen Sonnenfinsternifs vom 1. Januar 1889 durch zahlreiche astronomische Expeditionen verfolgt worden sind. Es liegt uns jetzt ein Bericht vor, welcher jene Beobachtungen und gewonnenen Resultate zusammenfafst, welche speziell durch die Betheiligung des Lick-Observatoriums und der Pacific Coast Amateur Photographic Association erlangt worden sind.[1]) Die Beobachtungen auf dem Observatorium selbst beschränkten sich, da die Finsternifs dort nicht total war, auf Arbeiten mit dem Photoheliographen und Contactnotirungen. Dafür hatte das Observatorium zu Barlett-Springs in der Totalitätszone eine Feldstation errichtet, an welcher die Astronomen der Sternwarte, nämlich Keeler die spektroskopischen, Barnard die photographischen, Leuschner die photometrischen und Hill die Contact-Beobachtungen ausführten. Die von zahlreichen Mitgliedern der Photographic Association unternommene Expedition nach Cloverdale (Sonora County, Californien) stand unter der Leitung von Ch. Burckhalter; die von ihr erhaltenen Negative sind in dem Berichte mit Bemerkungen von Keeler begleitet. Ferner sind dem Lick-Observatorium von Seiten anderer Astronomen sowie von einem bedeutenden Kreise freiwilliger Beobachter eine Menge Notirungen über Ausdehnung und Structur der Corona, Beobachtung der Polarstrahlen, der Temperatur und des Barometerstandes, Zeichnungen der äufseren Corona u. s. w., im ganzen etwa 60 Berichte, aus verschiedenen Beobachtungsorten (Cloverdale, Ukiah, Winnemucca, Nelson, Liegan, Kibesillah, Hopland, Chico, Berkeley) zugegangen. Etwa 154 Beobachter, dar-

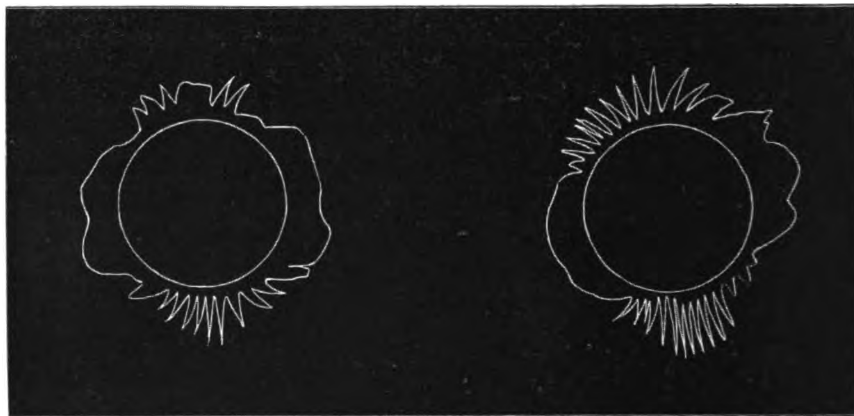
[1]) Reports on the observations of the total eclipse of the sun of Jan. 1 1889, published by the Lick Observatory. Sacramento, 1889.

unter 13 Damen, haben an der wissenschaftlichen Beobachtung der Finsternifs (soweit dies zur Kenntnifs der Lick-Sternwarte gelangt ist, also ohne die Betheiligung der Expeditionen anderer Sternwarten, nach den erst zu erwartenden Spezialberichten) mitgewirkt.

Die Corona der Finsternifs zeigte 4 sehr bemerkenswerthe Ausläufer, 2 auf der westlichen, 2 auf der östlichen Seite der Sonne; besonders die beiden letzteren waren sehr ausgedehnt. Der Typus der Corona war derselbe wie bei den Finsternissen von 1867, 1878 und 1880, und es scheint die Corona-Form mit der Sonnenfleckenperiode in einer Beziehung zu stehen. Keeler schliefst aus seinen spektroskopischen Beobachtungen, dafs die Corona hauptsächlich aus reflektirtem Lichte bestehe und zwar durch Reflexion von Meteoriten hervorgebracht werde; in der Nähe der Sonne selbst mögen jene Partikel meist selbstleuchtend sein; die Ausdehnung der Gasatmosphäre sei jedenfalls nicht allzu bedeutend. Auch nach Holden deutet die verzweigte Form der äufseren Corona auf die Gegenwart von Meteoriten in der Nähe der Sonne; aus der Lage der Coronaausläufer nahe und längs der Ekliptik würde dann zu schliefsen sein, dafs die Meteoritenschwärme einen integrirenden Theil unseres Sonnensystems bilden. Die Beobachtungen zeigen ferner, dafs die sogenannten Polarstrahlen nicht blos am nördlichen und südlichen Sonnenrande, sondern in allen Sonnen-Breiten vorkommen, an den Polen aber besser wahrgenommen werden können, weil sie sich hier auf den Himmel schärfer projiziren. Die photographischen Aufnahmen (vor dem 2. und nach dem 3. Contakte) sichern der Corona ihren reellen Bestand zu und sprechen gegen die Annahme, welche die Coronaform blos als Diffraktionserscheinung auffassen möchte. Beim Photographiren der Sonne legt Barnard das Hauptgewicht auf die richtige Entwickelung der Platten und macht Vorschläge hierüber. Die Versuche, die Corona bei vollem Sonnenschein zu photographiren, werden von Holden als unpraktisch bezeichnet; photographische Experimente zum Aufsuchen eines etwaigen intramerkuriellen Planeten seien hoffnungslos. — Die Dauer der Totalität betrug nach den Hillschen Contaktbeobachtungen zu Barlett-Springs 1 Minute 56.8 Sekunden. Die Messung der Lichtintensität mittelst der Brashear Photometer ergab für die Verhältnisse dieser Intensitäten folgende photometrische Einheiten: Totalitätslichtstärke 1.39, Helligkeit der Corona 1.08, des Himmelslichtes 0.31.

Die Centralitätszone der zweiten in Rede stehenden Finsternifs vom 22. Dezember 1889 lag längs der Küste von Guyana, strich über den atlantischen Ozean und erreichte nach Mittag das westafrikanische Ge-

stade nächst den portugiesischen Gebieten von Loanda. Die Londoner astronomische Gesellschaft besetzte vorsichtigerweise sowohl den amerikanischen, wie den afrikanischen Zweig der Totalitätszone mit Expeditionen. Taylor übernahm die Leitung der afrikanischen, Pater Perry die der westindischen. Taylor war mit einem Photoheliographen, sowie namentlich mit photographischen Apparaten sehr gut ausgerüstet und schlug seine Station in der Nähe des Kap Ledo auf. Er hatte indessen vollständigen Mifserfolg. Das Wetter war so ungünstig, dafs bei fortwährenden Regenschauern und Wolken kaum die Zeit des ersten Contaktes der Finsternifs wahrgenommen werden konnte. Es erhielt kein einziges Instrument irgend welche Aufnahmen. Am 27. Dezember kehrte Taylor nach Loanda, am 20. Februar nach Liverpool zurück. Gleichfalls in der Nähe des Kap Ledo stationirte eine vom Navy De-



Umrifs der Sonnencorona
am 1. Januar 1889; am 22. Dezember 1889.

partment der Vereinigten Staaten ausgerüstete, unter den Befehlen von Todd und Bigelow stehende Expedition. Es wurden unter den sehr ungünstigen Wetterverhältnissen doch 110 Bilder, meist zwischen dem 1. und 4. Contakte, in einigen klaren Momenten erlangt, etwa 30 zwischen dem 1. und 2. Contakte. Die Totalität ging ganz verloren. Auf dem Expeditionsschiffe „Pensacola" erhielt man einige Beobachtungen des 2. und 3. Contaktes.

Während so die Finsternifs in Afrika für die Wissenschaft kein Ergebnifs hatte, scheinen die Erfolge der Beobachtungen an der Nordküste Südamerikas im ganzen weit bessere gewesen zu sein. Zunächst hatte die unter Pater Perry stehende englische Expedition auf den Salutinseln günstige Resultate zu verzeichnen. Die photographischen Aufnahmen, die Rooney nach England zurückgebracht hat, er-

wiesen sich befriedigend; nach Wesley zeigen sie die Corona der Finsternifs der Hauptsache nach in derselben Form, wie die Corona sie bei der vorhergegangenen totalen Sonnenfinsternifs am 1. Januar 1889 aufgewiesen hat. Der Schlufs, dafs die Gestaltsänderungen der Corona nur sehr langsam vor sich gehen und an gröfsere Perioden geknüpft sind, gewinnt hierdurch wiederum an Stütze. Leider hatte die englische Expedition auch einen schweren Verlust zu beklagen: ihr eifriger Führer, Pater Perry, verstarb wenige Tage nach der Finsternifs, am 27. Dezember, an Dysenterie. — De Baume-Pluvinel beobachtete ebenfalls auf der Gruppe der Salutinseln und erhielt gute Photographien; die Photographien des Spektrums fielen schwach aus. Die Totalität konnte nur zu Anfang beobachtet werden. — Fünfzig Kilometer südlich, bei Cayenne, hatte sich die vom Lick-Observatorium unternommene, von Gönnern mit Geldmitteln unterstützte Expedition festgesetzt. Obwohl die Beobachtungen mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, sind die Aufnahmen im ganzen befriedigend ausgefallen.[1]) — Von der von Mifs Brown und Mifs Jefferies nach Trinidad gemachten Beobachtungsreise sind Ergebnisse bis zum Schlufs dieses Blattes noch nicht bekannt geworden.



Zwei neue Theorien der Sonnencorona.

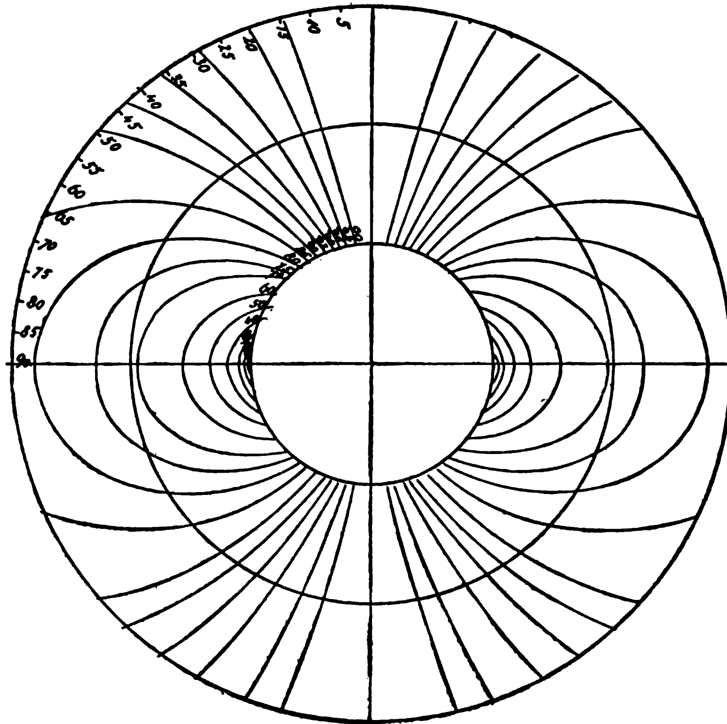
Die Gestalt der Sonnencorona ist neuerdings von Prof. Bigelow[2]) mathematisch untersucht worden unter der Voraussetzung, dafs die Anordnung der Corona-Materie bedingt ist durch statisch elektrische Kraftwirkungen, welche vom Sonnenkörper ausgehen, und dafs die einzelnen Coronastrahlen die Kraftlinien der elektrischen Fernewirkung darstellen. Eine Concentration der freien Elektrizitäten an beiden Sonnenpolen würde an diesen Stellen vertikale Kraftlinien erzeugen, die sich dann nach beiden Seiten krümmen und schliefslich in einem gewissen Abstand vom Centrum über der äquatorialen Zone zusammenfliefsen. Andere Kraftlinien, welche von Punkten geringerer heliographischer Breite ausgehen, würden niedrigeren Werthen des elektrischen Potentials entsprechen, und sich schon in geringeren Abständen vom Sonnencentrum über dem Aequator mit den von der anderen

[1]) Unsere Abbildung zeigt den Umrifs der Corona vom 1. Januar und 22. Dezember 1889, wobei als Vorlage die vortrefflichen, uns freundlichst zur Verfügung gestellten Photographien der Lick-Sternwarte gedient haben.

[2]) The Solar Corona, discussed by spherical harmonics; published by the Smithsonian Institution. Washington 1889.

Halbkugel kommenden Linien vereinigen. Unsere Figur stellt diesen Verlauf der Kraftlinien in einem Meridianschnitte anschaulich dar.

Von diesem Gesichtspunkte aus fällt jedenfalls auf die bisher völlig räthselhafte Gestalt der Sonnencorona ein neues Licht. Ein Blick auf unsere früher (S. 31 vorliegenden Jahrgangs und S. 501 des ersten Jahrgangs) wiedergegebenen Abbildungen der Corona, sowie auf die schematischen Darstellungen von S. 478 zeigt sowohl die gerade aufgerichteten, wie auch die rechts und links sich zur Seite neigenden Strahlen der Polargegend aufs deutlichste. Nach **Bigelow** werden in diesen



Strahlen die leichtesten Substanzen, wie Wasserstoff, meteorischer Staub, zurückgebliebene Kometenbestandtheile und andere Stoffe von der Sonne durch elektrische Abstofsung fortgeführt, wobei sie bald infolge der Zerstreuung auf einen gröfseren Raum unsichtbar werden. Die starken viereckigen Strahlen, die sich seitlich von den Polen besonders während der Perioden gesteigerter Sonnenthätigkeit zeigen, werden durch Kraftlinien erzeugt, welche geringeren Werthen des elektrischen Potentials entsprechen und die langen äquatorealen Flügel, die man zur Zeit der Fleckenminima sieht, sind auf die Vereinigung der Kraftlinien über der äquatorealen Zone zurückzuführen.

Diese neue Anschauungsweise über die Gestaltung der Sonnencorona ist jedenfalls äufserst bemerkenswerth und giebt uns eine Richtschnur für künftige Beobachtungen und Untersuchungen; möglicherweise wird sie, wie Prof. Langley betont, der Schlüssel werden zur völligen Erklärung des so räthselhaften Coronaphänomens.

Fast gleichzeitig mit dem eben kurz angedeuteten und viel versprechenden Erklärungsversuche des Coronaphänomens durch Bigelow, hat auch Prof. Schaeberle, Astronom der Licksternwarte, eine „mechanische Theorie der Sonnencorona“ ausgesprochen, über die sich zunächst in No. 7 der Publikationen der Astr. Soc. of the Pacific ein kurzes Referat findet. Schaeberles Auffassung ist zwar insofern der oben dargelegten ähnlich, als auch sie die Corona durch materielle, von der Sonne ausgehende und abgestofsene Theilchen erzeugt werden läfst, indessen gehen im übrigen die beiden Ansichten erheblich auseinander. Die die Coronastoffe beeinflussenden Kräfte sollen nach Schaeberle überall im allgemeinen senkrecht zur Sonnenoberfläche stehen und am stärksten nahe den Centren der beiden Fleckenzonen wirken. Auf solche Weise komme die vierstrahlige Sternform der Corona zu stande, indem über den Fleckenzonen die Strahlen am weitesten sich ausdehnen. Durch die Rotation der Sonne würden die ursprünglich senkrecht gegen die Oberfläche stehenden Stoffströme eine Krümmung und Neigung erfahren, da die Winkelgeschwindigkeit der Theilchen um so geringer werden mufs, je höher sie gelangen. Die Variationen im Typus der Sonnencorona lassen sich nun nach Schaeberle sehr einfach durch die Neigung der Sonnenaxe gegen die Ekliptik erklären, die ja bewirkt, dafs wir uns bald in der Ebene des Sonnenaequators, bald oberhalb oder unterhalb derselben befinden. An der Hand eines Modells, bei welchem die Coronaströme durch Nadeln dargestellt wurden, die in zwei Zonen von $\pm$ 30° Breite befestigt waren, gelang es Herrn Schaeberle, die verschiedensten typischen Coronagestalten zu erzeugen, indem er den Schatten betrachtete, den dieses Modell, in ein Bündel paralleler Lichtstrahlen gehalten, warf.

Der kritische Vergleich dieser beiden neuen Coronatheorien bleibe den Lesern überlassen, eine jede scheint dem Referenten originelle und zutreffende Gedanken zu enthalten und man wird vielleicht der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man die Erklärung Bigelows zu Grunde legt und dieselbe durch Berücksichtigung der von Schaeberle hervorgehobenen Momente ergänzend vervollkommnet.

Dr. F. Koerber.

Photographische Helligkeitsbestimmungen der Sterne.

Ueber die Anwendung der Himmelsphotographie zu Helligkeitsmessungen der Sterne sind bereits seit längerer Zeit von verschiedenen Seiten Vorstudien gemacht worden. Nachdem Dr. Scheiner sehr werthvolle Untersuchungen über diese Frage bereits früher veröffentlicht hat, behandelt denselben Gegenstand auch eine vor kurzem von der „Astronomischen Gesellschaft" publicirte Abhandlung des Dr. Charlier in Stockholm. Dieselbe hat in den Veröffentlichungen der „Astronomical Society of the Pacific" durch Professor Edward S. Holden eine Besprechung erfahren, die zur Erörterung wichtiger principieller Fragen Anlafs geben wird, bevor man definitive, für alle Sternwarten verbindliche Beschlüsse in betreff der bei der grofsen Himmelsaufnahme anzuwendenden photometrischen Methoden fassen kann. Während nämlich Charlier das Problem der photographischen Photometrie in dem Sinne auffafst, dafs es nöthig sei, erstens die funktionale Beziehung zu ermitteln zwischen dem Aussehen des photographischen Bildes und der photographischen Helligkeit eines Sterns, und zweitens die Constanten dieser Funktion derart zu bestimmen, dafs die auf photographischem Wege bestimmten Sterngröfsen möglichst genau mit den durch das Auge gewonnenen Helligkeitsbestimmungen in Einklang kommen, ist Prof. Holden sehr abweichender Meinung, insofern er nämlich mit vollem Recht die Erfüllung der zweiten, eben ausgesprochenen Forderung wegen der so mannigfach verschiedenen Beschaffenheit der Sternspectra für unmöglich erklärt. Das Auge empfindet besonders die im Spectrum zwischen den Linien B und G gelegenen Farben, während der Eindruck auf der photographischen Platte von dem Reichthum an Strahlen zwischen den Linien F und N abhängig ist. So kommt es denn, dafs die photographischen und optischen Gröfsen eines Sterns nicht selten um zwei volle Klassen differiren. Die Kenntnifs der photographischen Helligkeit ist aber nicht minder wichtig und nutzbringend, als die der optischen Leuchtkraft und es mufs nach Holden mit grofsem Nachdruck die Nothwendigkeit betont werden, die photographische Photometrie von der optischen völlig getrennt zu erhalten und nicht durch eine möglichst genaue Anpassung an die letztere den unschätzbaren photometrischen Schatz zu vergeuden, welchen die vielen Millionen von photographischen Sternscheibchen in sich schliefsen, die sich bei dem gemeinsamen Riesenwerke der Himmelsphotographie in den nächsten Jahren auf der photographischen Platte abbilden werden. Wenn man in künftigen Sternkatalogen neben der optischen Gröfsenklasse auch

die photographische Helligkeit jedes Sternes angegeben finden wird, dann wird man vielfach schon aus dem blofsen Unterschiede dieser beiden Zahlen einen Schlufs ziehen können auf den Typus des Sternspectrums.

Aufser Charlier haben auch Schaeberle[1]) und Scheiner[2]) neuerdings Beiträge zur Weiterentwickelung der photographischen Photometrie geliefert, doch wollen wir uns einen zusammenfassenden Bericht über die Erfolge dieses jungen Wissenszweiges bis zum Abschlufs noch weiterer im Gange begriffener Untersuchungen aufsparen. Nur eine Bemerkung Dr. Scheiners, die mit den oben wiedergegebenen Ausführungen Holdens im Zusammenhang steht, möge hier mitgetheilt werden: Da die Bilder der Sterne vom 2. und 3. Spectraltypus auf photographischen Aufnahmen unverhältnifsmäfsig klein ausfallen, so wird man auf Grund photographisch bestimmter Sterngröfsen füglich keine Untersuchungen über die Entfernung und Vertheilung der Sterne ausführen dürfen. Denn da die gelben und rothen Sterne ein Drittheil der gesamten Sternenzahl ausmachen, so würden die aus Sternphotogrammen abgeleiteten Beziehungen zwischen Helligkeit und Parallaxe in beträchtlichem Mafse ungleichartig werden.

F. Kbr.



Eine Katastrophe bei Kanzorik in Armenien.

Ein folgenschweres Naturereignifs erzählen die Nachrichten der Kais. Russischen Geographischen Gesellschaft in ihrem 25. Bande, 5. Lief. 1889.

Im August des vorigen Jahres wurden die Bewohner des armenischen Dorfes Kanzorik bei Erserum im Bezirke Tortum zur Mittagszeit durch ein heftiges unterirdisches Brausen und Krachen in Schrecken versetzt. Der nach Osten hin gelegene Berg hüllte sich in gewaltige Staubmassen; man sah, wie er in mehrfachem Sturze in sich zusammenbrach, und wie gleich darauf eine ungeheure Fluth zähen, stinkenden Mergelschlammes, riesige Felsblöcke mit sich wälzend, in das Thal hinab auf das Dorf zu stürzte und dasselbe mit 136 Menschen unter sich begrub. Ueber eine Strecke von 8.5 Kilometern in der Länge und bis zu 300 Meter breit hatte sich der verheerende Strom ergossen, ehe er zum Erstarren kam. Die blasige Oberfläche zeigt wellenförmige Erhebungen bis zu 10 Meter Höhe; die Masse des nieder-

[1]) Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific; Nr. 4. [2]) Astr. Nachr. Nr. 2969.

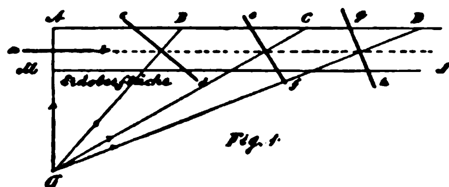
gestürzten blaugrauen Mergels schätzte man auf 50 Millionen cbm. Beim Einsturz des Berges versiegten gleichzeitig dessen Quellen, welche sich bei näherer Untersuchung als die wahrscheinlichen Urheber des Unglückes ergaben. Man fand nämlich die Berglehne von einer mächtigen Spalte durchrissen, welche bei einer Länge von 400 m den Eindruck eines gigantischen Laufgrabens machte. Das Gebirge des heimgesuchten Gebietes besteht aus Trias-, Jura- und Kreideschichten, die von trachytischen und basaltischen Gebilden durchsetzt sind. Die unterirdisch cirkulirenden Gewässer haben sehr wahrscheinlich in den weicheren Schichtungen langgestreckte Hohlräume ausgewaschen, bis schliefslich die hängende Decke einstürzte und ihre Trümmer die im Innern des Berges angesammelten Schlammmassen hinausdrängten. Aufserdem fand man auch in der Nähe des verschütteten Dorfes eine Spaltung und Senkung des Erdreiches vor, die sich 11 km weit verfolgen liefs. Schw.



Zur Malletschen Methode der Bestimmung des Erdbebencentrums.

Der englische Forscher R. Mallet hat bekanntlich zur Ermittlung des Oberflächenmittelpunktes und der Tiefe des Ausgangspunktes von Erdbeben ein Verfahren eingeschlagen, welches auf folgendem Prinzip beruht.

In der Figur 1 sei M N die Oberfläche der Erde oder eine sich darauf befindende Mauer, O der in der Tiefe gelegene Ausgangspunkt der Erschütterung, O A, O B, O C, u. s. w. seien die Richtungen der Stöfse, welche vom Centrum aus an die Oberfläche gelangen. Nach Mallet müfsten durch derartige mechanische Wirkungen Risse im Mauerwerk erzeugt werden, deren Richtungen stets senkrecht zu den Stofsradien stehen, also in der Figur durch die Linien a b, c d, e f, u. s. w. angedeutet werden. Die Beobachtung der Neigung dieser Sprünge gegen den Horizont sowie ihrer gegenseitigen Entfernungen ermöglicht dann auf konstruktivem oder rechnerischem Wege leicht die Ermittlung der Lage M des Epicentrums und der Tiefe M O des Stofsmittelpunktes.

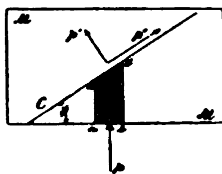


In einem Vortrage über „Erdbeben", welchen Dr. Schwahn in der Urania hielt, wurde diese Mallet sche Methode näher erörtert und

als zutreffend hingestellt. Dem gegenüber machte Herr Bergingenieur Dr. F. M. Stapff in einem Zuschreiben darauf aufmerksam, dafs die in der heutigen Geologie noch fast als Axiom geltende Voraussetzung, die Spaltenflächen lägen normal zur Stofsrichtung, weder theoretisch begründet, noch durch die Erfahrung bestätigt sei. Herr Dr. Stapff hat seit mehr als 10 Jahren bei verschiedenen Gelegenheiten (z. B. „Zur Mechanik der Schichtenfaltungen", Neues Jahrb. für Mineralogie etc., 1879, pag. 800; „Geologische Durchschnitte und Tabellen über den grofsen Gotthardtunnel", Specialbeilage zu den Berichten des Schweizerischen Bundesrathes über den Gang der Gotthardbahnunternehmung, 1873—1881, Nordseite, pag. 191; „Geol. Profil des Gotthard in der Axe des grofsen Tunnels", ibid. 1880, deutscher Text pag. 37, französischer pag. 41; „Niveauschwankungen zur Eiszeit", Jahrb. d. Königl. Preuss. Geolog. Landesanstalt pro 1888, pag. 61—62 Anm.; u. a.) darauf hingewiesen, dafs die Richtung der durch Druck erzeugten Ablösungsklüfte, falschen Schieferung etc. von demselben mechanischen Gesetz abhängt, welches auch der „Theorie des Erddrucks" zu Grunde liegt.

Wird ein Körper einer gleichförmigen Normalpressung auf einer seiner Seiten unterworfen, so bildet sich unter demjenigen Winkel, welcher dem geringsten Kraftaufwande entspricht, eine natürliche Ablösungsfläche. Ist das betreffende Material homogen, so hängt dieser Ablösungswinkel φ nur von dem Reibungswinkel ρ ab und steht mit demselben in folgender Beziehung[1]): $\varphi = 45^0 + \frac{1}{2}\rho$. Die Gleichung be-

[1]) Für unsere mit den Grundlehren der Mechanik vertrauten Leser fügen wir die mathematische Begründung bei:



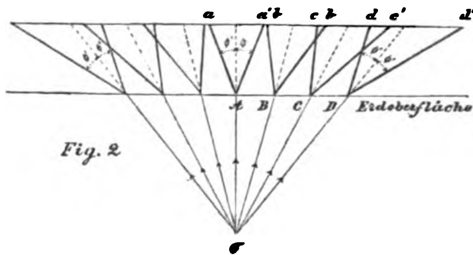
Ist die Masse M, M einem gleichförmigen vertikalen Druck unterworfen, und wird der auf ein Flächenelement a b entfallende Druck p bis zu einem Elemente a′ b′ der zu bestimmenden, unter dem Winkel φ gegen den Horizont geneigten Ablösungsfläche C vertikal fortgesetzt, so sind die Componenten, welche den Druck auf das Element a′ b′ darstellen: $p' = p \cos\varphi$ und $p'' = p \sin\varphi$. Letztere bewirkt das Ablösen (Abscheeren, Abgleiten), welchem die Cohaerenz und Reibung entgegenwirken. Ist C die Cohaesion an einem Flächenelemente a b und γ der Reibungskoeffizient, so wird der Betrag der Cohaerenz an a′ b′ gleich $\frac{C}{\cos\varphi}$, die Reibung auf a′ b′ aber $\gamma p'$; und die Gleichgewichtsbedingung ist dann: $p'' = p \sin\varphi = \frac{C}{\cos\varphi} + \gamma p \cos\varphi$. Führt man an Stelle von γ den Reibungswinkel $\gamma = \operatorname{tg}\rho$ ein, so erhält man:

$$p = \frac{C}{\cos\varphi\,(\sin\varphi - \operatorname{tang}\rho\cos\varphi)} = \frac{2\,C\cos\rho}{\sin(2\varphi - \rho) - \sin\rho}$$

Die natürliche Ablösungsfläche bildet sich unter demjenigen Neigungswinkel, welchem ein Minimum des Druckes p entspricht, für den also $2\varphi - \rho = 90^0$, oder $\varphi = 45^0 + \frac{1}{2}\rho$ ist.

sagt, dafs die Spalten keineswegs normal zur Druckrichtung liegen, sondern um den Winkel $\varphi = 45^0 + \frac{1}{2}\rho$ gegen den Horizont geneigt, falls der Druck senkrecht wirkt, — oder überhaupt um den Winkel $\varphi' = 45^0 - \frac{1}{2}\rho$ gegen die Richtung des Druckes divergirend.[2])

Unter gewissen Annahmen bezüglich des dem Materiale eigenthümlichen Reibungswinkels ρ läfst sich nun hieraus die Vertheilung der durch einen Erdstofs im Boden erzeugten Spaltflächen übersehen. Man erhält z. B. für $\rho = 45^0$, also $\varphi' = 22\frac{1}{2}^0$ das in Figur 2 schematisch skizzirte System von Ablösungsklüften.



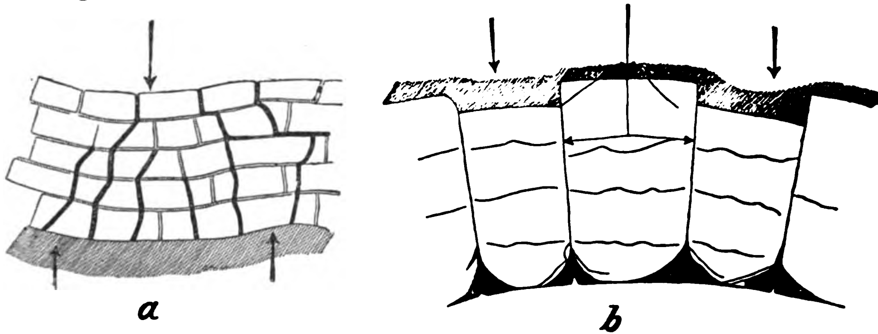
Aus einem solchen, durch Beobachtung zu ermittelnden, Schema liefse sich das Centrum O des Bebens leicht konstruiren. Denn da die Spalten a A, a′ A, b B, b′ B, u. s. w. gleiche Winkel φ' mit den Stofsradien O A, O B, u. s. w. bilden, braucht man offenbar nur den Winkel a A a′ zu theilen; die Halbirungslinie geht dann durch das Centrum O, während sich mehrere solcher Halbirungslinien daselbst schneiden werden.

Die bei dieser Methode zu berücksichtigenden Nebenumstände, welche die Konstruktion des Oberflächenmittelpunktes und Ausgangspunktes von Erderschütterungen in der Praxis meist illusorisch machen dürften, haben mit der rein theoretischen Lösung, welche an der Oberfläche homogenes Gestein, sowie Ausgang des Stofses aus einem Punkte voraussetzt, nichts zu schaffen.

Wenden wir uns nun an die Erfahrung, so bemerkt Dr. Stapff zunächst, dafs bei Erdbeben wohl vielfach im Boden klaffende, senkrechte oder nahezu senkrechte Spalten beobachtet werden, aber kaum je schwebende, wie dies Mallets Theorie verlangt. Bezüglich der Risse im Mauerwerk verweist er auf die beistehenden Skizzen, welche Theile des in der nördlichen Druckparthie des St. Gotthardtunnels zerquetschten Gewölbes darstellen (die Zerquetschung erfolgte hier allerdings nicht durch Erdbeben). Die linke Skizze (a) zeigt ein Stück Sichtfläche des theils eingesunkenen, theils scheinbar gehobenen Widerlagers; die Risse quer durch die Mauerschichten verlaufen nahezu ra-

[2]) Die Formel ist aus der Theorie des Erddruckes bekannt; sie wurde indefs für die Erklärung von Formveränderungen beim „écoulement" fester Körper zuerst von Kick und Polak angewandt. (Revue universelle des mines, 1878, tome IV, p. 274).

dial zu den Einbiegungen, d. h. divergirend zu den vertikalen Drücken, — wie es die oben erläuterte Theorie erfordert. Die rechte Skizze (b) führt die Stirnansicht eines Theils des durch Druck von oben zerquetschten Gewölbes vor. Hier bemerkt man zunächst ein Ausspringen Δ prismatischer Scherben („Brennen“) an den unteren Lagerkanten der Gewölbesteine und entsprechend gerichtete Risse dahinter; daneben, im ganzen concentrisch verlaufende, unebene Risse quer durch die Gewölbesteine, welche zu beweisen scheinen, dafs die Ablösungsflächen normal zum Druck liegen. Das Irrige dieser Vorstellung erhellt aber, wenn man bedenkt, dafs die einzelnen Gewölbesteine Keile bilden, welche in den Fugen aufeinander drücken, und zwar fast senkrecht zu den Lagerflächen, so dafs die Risse gegen diese Druckrichtungen divergiren, wie es die Theorie erfordert.



Dr. Stapff verweist ferner auf die Thatsache, dafs beim Zerquetschen von Gesteinscylindern sich Auslösungsflächen bilden, welche mit den Spitzen gegeneinander gerichteten Kegeln oder Pyramiden zukommen, sowie auf die Torsions-Versuche des französischen Experimentalgeologen Daubrée, welche die vorstehende Theorie der Spaltenbildung bestätigen, obwohl Daubrée selbst darauf nicht Bezug nimmt. Man kann keinen Stein mit dem Hammer zurichten, ohne dafs dieses Ablösungsgesetz zur Geltung kommt; es springen Splitter aus, deren Ablösungsflächen nicht senkrecht zur Richtung des Schlages liegen, sondern schief dagegen, und die dabei häufig hervortretende Wölbung von Splitterflächen (muschliger Bruch) ist wohl nur Folge des veränderten Reibungswiderstandes während der Abtrennung.

Mit der hier besprochenen Lossenbildung darf man nicht eine andere Erscheinung verwechseln, welche in der Geologie gleichfalls eine grofse Rolle spielt, nämlich die Absonderung in parallele Lagen, die in duktilen Körpern hervorgebracht werden kann, wie die bekannten Versuche von Sorby, Tyndal u. a. lehren, und wofür auch aus dem technischen Leben viele Beispiele angezogen werden könnten.

Eine neu entstandene Insel in der Südsee.

Im Jahre 1867 lothete das englische Kriegsschiff „Falcon“ in der Gruppe der Tonga-Inseln im südwestlichen Theile derselben, unter 175° 21.'5 westl. Länge von Greenwich und 20° 19' südl. Breite eine Untiefe, von welcher 10 Jahre später das englische Kriegsschiff „Sappho“ Rauch aus der See aufsteigen sah. Aber erst im Jahre 1885 entstieg während eines unterseeischen Vulkanausbruches eine neue Insel dem Meere, welche zuerst vom Dampfer „Janet Nichol“ am 14. Oktober gesehen, und auf etwa 3,7 km Länge und 75 m Höhe geschätzt wurde. Vom Dampfer „Mohican“ wurde dieselbe im Jahre 1886 wiederum passirt und nur noch auf 2,6 km Länge und 50 m Höhe angegeben; der Krater befand sich am östlichen Ende, und noch immer stiegen dicke Rauchsäulen aus demselben auf. 1887 giebt das französische Kriegsschiff die Höhe zu 90 m an, der Eigenthümer der englischen Yacht „Sibyl“, H. Tufnell, fertigte in demselben Jahre eine erste Skizze der Insel an. Eine genaue Aufnahme aber hat erst im Oktober 1889 durch Oldham, Kapitän des englischen Kriegsschiffes „Egeria“ stattgefunden, über welche einer der Theilnehmer J. J. Lister neuerdings Mittheilungen[1]) gemacht hat.

Die Falconinsel stellt sich als ein Haufen brauner vulkanischer Asche dar, an welchem sich die langen Wellenzüge des Pacifik in gewaltiger Brandung brechen und schäumend an dem geschwärzten Strand emporlaufen. Von dem neu entstandenen Lande aus sieht man bei klarem Wetter im Norden die vulkanischen Berge von Tofua in 65 km Entfernung, noch überragt von dem spitzen Kegel des Vulkans von Kao, während im Süden die Inseln Hongatonga und Hongahapai, zwei Reste eines alten Kraters (28 km entfernt), in der blauen Ferne fast stets sichtbar sind. An der Südseite beträgt die Höhe der Insel 47 m, woselbst das Steilufer fast senkrecht zum Meere abfällt, nach Norden steigt das Terrain in sehr sanfter Böschung zu einer Ebene ab, welche etwa 3—4 m über Hochwasser liegt. Nach Süden hin setzt sich die Insel als eine Bank von etwa 1 m Tiefe unter Wasser fort, und dürfte diese unterseeische Erstreckung den ursprünglichen Umfang der Insel darstellen, welche nach genauer Messung jetzt 2 km lang 1,6 km breit ist, und eine Oberfläche von 232 Hektar besitzt.

Das Steilufer des Hügels zeigt feinkörniges, dunkel graugrünes Material, welches eine Schichtung erkennen läſst, die theilweise durch leichte Aenderung der Farbe, zumeist aber durch auskrystallisirte weiſse

[1]) Proc. R. Geogr. Soc. VII. 3. 1890. p. 157.

oder gelbe Salze gebildet wird, welche bandförmig in verschiedener Stärke auftreten. Auf der Böschung sind grofse vulkanische Bomben massenhaft zerstreut, die aus einem weifsgrauen, Krystalle führenden Gestein bestehen. Die Ebene besteht aus denselben Massen wie der Hügel, auf ihr finden sich aber keine Bomben; durch den Wind ist das leichtere Material der Ebene zu 3—4 m hohen Dünen, welche die Ebene durchkreuzen, zusammengeweht worden. Längs des Ufers hat das Meer Furchen ausgewaschen, welche von der Fluth mit Seewasser angefüllt werden, sonst findet sich in den Bodensenkungen nur feiner grauer Schlamm, welcher von Regengüssen herabgeführt und in Schichten gelagert wurde. Ein leichter Schwefelgeruch erfüllt die Luft, welche schon in kurzer Entfernung einen zarten blauen Dunstschleier zeigt.

Unter der Oberfläche ist noch vulkanische Hitze fühlbar, in 2 m Tiefe zeigte das Thermometer 41° C., in einem Loche neben einem Pfuhl salzigen Wassers stieg dasselbe auf 49.5°, auf dem Hügel stiegen an einer Stelle drei feine Dampfstrahlen auf, um deren Austrittsöffnungen Salzablagerungen gebildet waren. Bei feuchtem Wetter finden häufige Abrutschungen des Steilufers statt, wodurch die Insel immer mehr von der andringenden See nivellirt wird. Die Flora beschränkte sich auf zwei kleine Kokospalmen, und drei Pflanzen anderer Gattungen, gestrandete Früchte von Pandanus, Baringtonia u. s. w. fanden sich mehrfach. Die Fauna wurde nur durch einen Vogel, einen Sandpfeifer (Actitis incana), und eine Motte vertreten, am Ufer sah man Bohrlöcher eines Wurmes und einige Stücke von Korallen.

Die Form der Insel erklärt sich daraus, dafs die Auswurfsprodukte des Vulkans von dem kräftig wehenden Südostpassat alle nach derselben Richtung hin getragen wurden, so dafs, da der auswerfende Hügel sich auf der Südseite befindet, die ausgeworfenen Aschen nur auf der Leeseite, also in nordwestlicher bis nordöstlicher Richtung davon sich ansammeln konnten, was auch durch Bewohner von Tonga, welche während der Eruption anwesend waren, bestätigt worden ist.

Es ist zu erwarten, dafs auch diese neue vulkanische Insel, wie manche ihrer Vorgängerinnen nach wenigen Jahren wieder im Meere verschwinden wird, bis auf der Untiefe sich Korallen angesiedelt haben, durch deren unermüdliche Thätigkeit ein Gerüst zu einem neuen Atoll emporgehoben wird, welches schliefslich über der Meeresoberfläche erscheint, und den angeschwemmten Früchten und Pflanzensamen eine Stätte des Keimens bietet, wodurch eine neue grünbewachsene Insel in diesen Strichen ewigen Sommers entstehen wird. W.

Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat Juli-August.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
17.	Juli	Neumond	3h 54m Mg.	8h 55m Ab.
18.	„	Erdferne	4 57 „	9 23 „
25.	„	Erstes Viertel	1 9 Nm.	11 22 „
31.	„	Vollm. u. Erdnähe	8 14 Ab.	2 58 Mg.
7.	Aug.	Letztes Viertel	10 46 „	0 53 Nm.
14.	„	Erdferne	2 48 Mg.	7 28 Ab.
15.	„	Neumond	3 55 „	7 53 „

Maxima der Libration: 9. 25. Juli, 6. Aug.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Juli	7h 2m	+23° 28'	3h 1m Mg.	7h 47m Ab.	10h 8m	+13° 8'	7h 20m Mg.	9h 50m Ab.
19. „	7 39	+22 51	3 25 „	8 5 „	10 26	+11 20	7 33 „	9 41 „
23. „	8 15	+21 32	4 2 „	8 18 „	10 43	+ 9 28	7 45 „	9 33 „
27. „	8 49	+19 38	4 34 „	8 24 „	11 1	+ 7 32	7 57 „	9 23 „
31. „	9 21	+17 18	5 5 „	8 25 „	11 17	+ 5 34	8 8 „	9 14 „
4. Aug.	9 51	+14 41	5 35 „	8 23 „	11 34	+ 3 33	8 20 „	9 4 „
8. „	10 18	+11 54	6 2 „	8 18 „	11 50	+ 1 31	8 31 „	8 55 „
12. „	10 42	+ 9 3	6 27 „	8 11 „	12 7	— 0 31	8 42 „	8 44 „

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Juli	15h 42m	—22° 56'	4h 26m Nm.	0h 11m Mg.	20h 48m	—18° 37'	9h 3m Ab.	5h 48m Mg.
19. „	15 46	—23 11	4 8 „	11 46 Ab.	20 45	—18 49	8 37 „	5 19 „
25. „	15 52	—23 29	3 52 „	11 26 „	20 42	—19 2	8 13 „	4 52 „
31. „	15 59	—23 50	3 39 „	11 7 „	20 39	—19 15	7 47 „	4 24 „
6. Aug.	16 8	—24 13	3 27 „	10 51 „	20 36	—19 27	7 21 „	3 55 „
12. „	16 19	—24 36	3 16 „	10 34 „	20 33	—19 39	6 56 „	3 27 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
15. Juli	10h 17m	+12° 20'	7h 34m Mg.	9h 54m Ab.	13h 25m	— 8° 18'	0h 32m Nm.	11h 12m Ab.
23. „	10 21	+12 0	7 8 „	9 24 „	13 25	— 8 21	0 1 „	10 41 „
31. „	10 24	+11 40	6 42 „	8 54 „	13 26	— 8 26	11 31 Vm.	10 9 „
8. Aug.	10 28	+11 19	6 16 „	8 24 „	13 27	— 8 31	11 0 „	9 38 „
16. „	10 32	+10 57	5 50 „	7 54 „	13 28	— 8 37	10 31 „	9 7 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
10. Juli	4h 17m	+ 19° 44'	1h 12m Mg.	5h 4m Nm.
25. „	4 19	+ 19 48	0 14 „	4 6 „
9. Aug.	4 20	+ 19 50	11 11 Ab.	3 9 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

18. Juli	I.	Trab.	Verfinst. Eintritt	11h	6m	Ab.
26. „	I.	„	„ „	1	1	Morg.
28. „	II.	„	„ „	9	34	Ab.
2. Aug.	III.	„	Verfinst. Austritt	1	40	Morg.
3. „	I.	„	„ „	11	40	Ab.
5. „	II.	„	„ „	2	58	Morg.
11. „	I.	„	„ „	1	35	„
12. „	I.	„	„ „	8	4	Ab.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
27. Juli	* ω Ophiuchi	5.0m	—	8h. 26m Ab.
4. Aug.	* 30 Piscium	4.8	2h 56m Mg.	3 51 Mg.
11. „	* 1 Gemin.	5.0	3 48 „	4 35 „

(2m vor Sonnenaufgang.)

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.	Declin.
R Orionis	6. August	8.8m	13m	4h 53m 2s	+ 7° 57'8
S „	19. Juli	8	12	5 23 35	— 4 46.6
T Hydrae	3. August	7—8	12	8 50 19	— 8 43.1
X Librae	7. „	10—11?	14	15 29 51	— 20 48.1
V Coronae	5. „	7.7	12	15 45 36	+ 39 54.1
S Herculis	15. „	6	12	16 46 54	+ 15 7.6
U Capricorni	19. Juli	10.5	13	20 42 1	— 15 11.1
R Lacertae	27. „	8.5	13	22 38 23	+ 41 47.6
S Aquarii	20. „	8—9	11	22 51 13	— 20 55.8

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 20. Juli Ab., 26. Vm., 1. Aug. Mg., 6. Ab., 12. Nm.
U Cephei . . 21. Juli, 26., 31. Mg., 5. Aug., 10., 15. Mg.
U Coronae . . 17. Juli, 24. Nm., 31. Vm., 7. Aug., 14. Mg.
δ Librae . . 16. Juli Mg., 20. Ab., 25. Mttg., 30. Mg., 3. Aug. Ab., 8. Vm., 13. Mg.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 21. Juli.
W Virginis . 12. Juli, 29. Juli.

6. Meteoriten.

Der Hauptmeteoritenschwarm sind die Perseiden (Maximum 10. August, AR=46°, D = + 57°); sie werden wegen Abwesenheit von Mondschein gut be-

obachtbar sein. Die δ-Aquariden (AR = 339°, D = — 12°) erreichen ihr Maximum um den 28. Juli. Dieselben werden wegen des nahen Vollmondes weniger gut gesehen werden können.

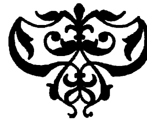
7. Nachrichten über Kometen.

Der Brooks sche März-Komet, der zu Anfang Juli seine nördlichste Stellung am Himmel erreicht, bewegt sich vom August bis zum Herbst wieder nach Süden. Die Helligkeit nimmt ab; es ist indessen wahrscheinlich, dafs der Komet beträchtlich lange, auch noch Anfang des kommenden Jahres, wird verfolgt werden können.

Der Barnard sche September-Komet von 1888, auf dessen in der Geschichte der Astronomie noch nicht dagewesene aufserordentlich lange Sichtbarkeit wir im März- und Maihefte unserer Zeitschrift aufmerksam gemacht haben, scheint die Erwartungen über seine fernere Beobachtbarkeit noch übertreffen zu wollen. Barnard hat nämlich auf der Lick-Sternwarte am Morgen des 16. Mai den Kometen, welchen man nur mehr für sehr grofse Instrumente zugänglich hielt, mit dem Zwölfzöller des Observatoriums beobachten können. Damit ist Aussicht gewonnen, dafs der Komet in sehr grofsen Instrumenten noch lange sichtbar bleiben und alle bisher dagewesenen Kometen in dieser Beziehung weit überflügeln wird.

Druckfehler-Berichtigung.

Auf Seite 353, Zeile 2 von unten ist das überflüssige Wort: „(Hammer)“ zu streichen.





F. Kerz. Weitere Ausbildung der Laplaceschen Nebularhypothese. Zweiter Nachtrag. Leipzig-Berlin, O. Spamer. 1890. Preis 1,60 M.

Der Verfasser hat schon vor 13 Jahren ein umfangreiches mathematisches Werk „Die Entstehung des Sonnensystems" veröffentlicht, in welchem er eine Neubildung der bekannten Kant-Laplaceschen Hypothese versucht. Seither sind verschiedene Ergänzungen zu diesem Buche und auch Berichtigungen früherer von ihm angenommener Vorstellungen erschienen, namentlich 1884 und 1888. In der mir vorliegenden Schrift giebt der Verfasser gewissermafsen einen populärer gehaltenen Abrifs seiner Ideen.

Die Ergebnisse seiner Rechnungen, Annahmen und Folgerungen lassen sich etwa in folgenden Sätzen zusammenfassen: Ein Körper von sehr grofser Masse (wahrscheinlich der 500—1000-fachen Masse der Erde) ist mit der Sonne (auf deren Westseite und zwar in schiefer Richtung) zusammengestofsen; hierdurch entstand eine ungeheure Hitze von 220 Millionen Grad, der Körper löste sich in Dämpfe auf und diese breiteten sich bis zu den heutigen Grenzen des Sonnensystems aus, so lange sie noch Wärme besafsen. Alle diese Dämpfe und Partikel rotirten um die Sonne. Das so entstandene Nebularellipsoid plattete sich allmählich ab, seine Umdrehungsaxe verkleinerte sich, bis Schalablösungen an der äufseren Fläche eintraten. Solcher Schalen denkt sich der Verfasser 15, wovon 9 zur Bildung der 8 Planeten gedient haben. Die in elliptischen Bahnen kreisenden Partikel vereinigten sich bisweilen und gaben Anlafs zur Konstituirung von Planeten; die äufseren Planeten des Sonnensystems brauchten am längsten zu ihrer Ausbildung. Die Trabanten gingen aus der Nebularmasse hervor, welche die Planeten mitunter noch umgaben. Die Kometen gehören dem Sonnensystem an und haben sich auf die Weise mit den Planeten gebildet, dafs manche in scharf geneigten Bahnen laufende Sternschnuppen mit kleineren Nebelmassen zusammengestofsen sind. Die Kometen von gröfserer Umlaufszeit entstanden durch Sternschnuppen von schnellerer Bewegung. Die Meteoritenschwärme sind auch die Ursache der Beschleunigung des Enckeschen Kometen und der Theilung des Kometen Biela. Der Verfasser ist gegen die Lehre von der Feuerflüssigkeit des Erdinnern. Wie das alles geschieht und wie der Verfasser auch bei den Widersprüchen der thatsächlichen Verhältnisse im Kosmos gegen seine Theorie (beispielsweise bei der Frage der verschiedenen Planetendichte, der Zahl der Planetenmonde, der Rotation des Erdmondes, der geringen Rotationsgeschwindigkeit von Venus) sich zu helfen und resolut alles zu erklären weifs, mag der Leser im Buche selbst nachlesen.

Die Astronomen werden keinen besonderen Gefallen an der Schrift finden. Es ist gewifs ganz gut, wenn die Kant-Laplacesche Hypothese, da sie ja doch nicht mehr genügen kann, weiter ausgebildet wird. Der Verfasser ist unter der Klasse der von den Astronomen sehr gefürchteten Weltbaumeister

ein weifser Rabe, da er wenigstens mit mathematischen Kenntnissen an die Sache geht. Allein die Weltbaumeister schaffen sich selbst meist den allerschwersten Stand: sie wollen alles erklären. Das verzweifelte Bemühen, wie immer wieder neue Annahmen und Möglichkeiten hervorgesucht werden müssen, so oft ein Gegengrund dräut, hat für den Astronomen wenig Erquickliches und widerspricht so sehr der modernen, nur allmählich von Thatsache zu Thatsache ruhig fortschreitenden Forschungsweise, dafs sich ein astronomischer Mensch dabei unbehaglich fühlt. Indessen, ich darf kein Wort weiter sagen — der Verfasser ist ohnehin auf die Gelehrten nicht gut zu sprechen und nimmt ihre Kritiken leicht übel. F. K. Ginzel.



Emil Berg. Die Gewitter Rufslands im Jahre 1886. St. Petersburg 1890. 51 pag. 4°. (Rep. f. Met. XIII. 5.)

Seit 1884 ist für das europäische Rufsland der Versuch gemacht worden, ein Netz von Stationen zur Beobachtung der Gewitter zu errichten, der Bestand von meldenden Stationen ist von 440 auf 549 im Jahre 1886 gestiegen, und die inzwischen allmählich fortschreitende Verdichtung des Netzes läfst die Verfolgung ausgedehnterer Gewitterzüge ausführbar erscheinen. Mit dem anfänglichen Bestande war dies nicht möglich; entfällt doch bei 549 Stationen nur je eine auf 7700 qkm, während in Bayern im gleichen Jahre je eine auf 350 qkm, in Frankreich auf 150 qkm entfiel.

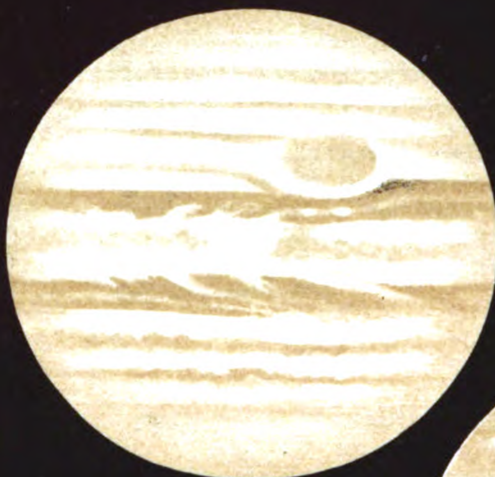
Immerhin zeigt sich bereits, dafs von den 9 Zonen, in welche Rufsland zerlegt ist, der Kaukasus die gewitterreichste ist (20 Tage pro Station); die nördliche Zone hat einen nur etwa halb so grofsen Gewitterreichthum aufzuweisen (12 Tage) — zwischen beiden Grenzen schwanken die Zahlen für die übrigen Zonen. Jedoch zeigen sich die häufigen Gewitter im Kaukasus als lokale Gewitter von geringer Verbreitung, während die seltneren Gewittererscheinungen der nördlicher gelegenen Zonen öfter in grofsen Zügen als Begleiter fortschreitender Cyklonen auftreten.

Die tägliche Periode zeigt keine besonderen Eigenthümlichkeiten, auch in Rufsland fällt die Ausbruchszeit der meisten Gewitter auf 2—5 Uhr Nachmittags, innerhalb der Zonen variirend, alsdann nimmt die Anzahl der Gewitter langsam ab, erreicht zwischen 2—7 Uhr Morgens ihren geringsten Werth, und beginnt zwischen 10 und 11 Uhr Vormittags stark zu steigen.

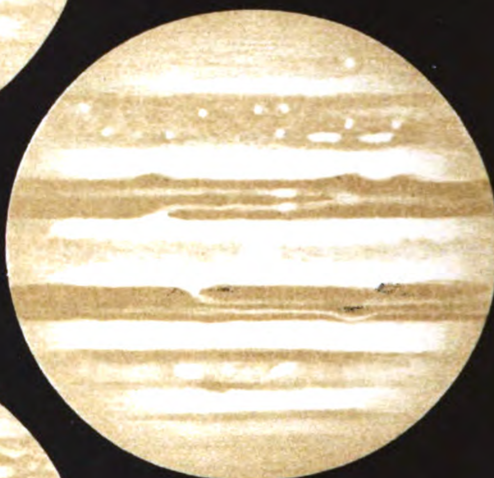
Nach den Untersuchungen des Verfassers ist das Auftreten von Gewittern nicht allein an bestimmte Luftdruck- und Temperaturverhältnisse gebunden, sondern scheint nur bei solchen Cyklonen vorzukommen, welche bei hoher Temperatur auch einen besonders hohen Feuchtigkeitsgrad besitzen. E. W.



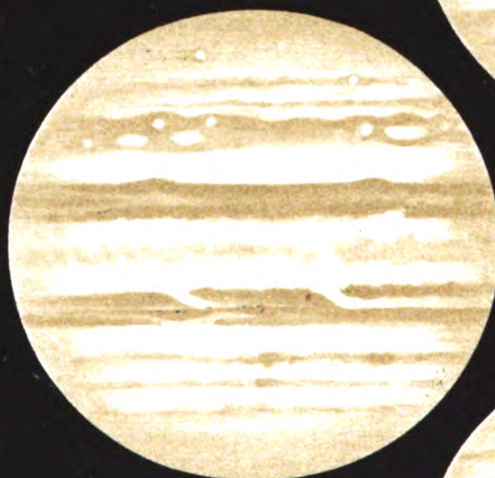
Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



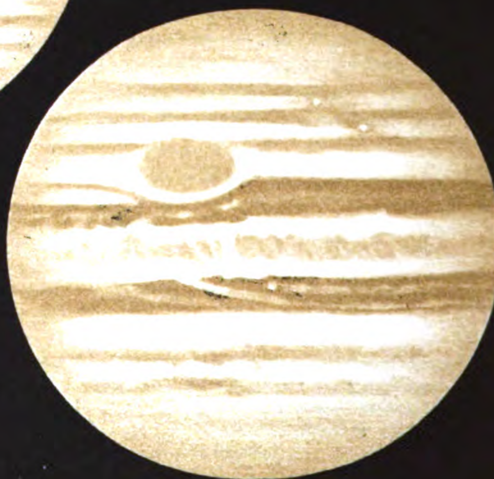
1889, JULY $10^{d} 8^{h} 45^{m}$ P.S.T.
λ 110°



1889, JULY $9^{d} 9^{h} 40^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 353°$



1889, JULY $11^{d} 12^{h} 3^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 20°$



1889, JULY $10^{d} 10^{h} 2^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 157°$

Lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.

Jupiter im Jahre 1889.
Am 36-Zöller der Licksternwarte
gezeichnet von J. Keeler.



Die Jupiteroberfläche im Jahre 1889.

Von **James E. Keeler,**
Astronom der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton.

Während der letzten Opposition im Jahre 1889 war Jupiter in einer für die Beobachtung sehr ungünstigen Stellung, nämlich nahezu in seiner gröfsten südlichen Deklination, so dafs er in der Breite der Lick-Sternwarte nur eine Höhe von 29⁰ im Meridian erreichte. Für die europäischen Sternwarten, welche beträchtlich weiter nördlich liegen als Mt. Hamilton, und sich keiner so reinen und durchsichtigen Atmosphäre rühmen können, war die Sachlage natürlich noch weit ungünstiger, so dafs ich aus diesem Grunde, besonders da Herr Holden auf die Nothwendigkeit einer beständigen Registrirung der Veränderungen auf der Jupiteroberfläche hingewiesen hatte, mich entschlofs, den Planeten bei jeder möglichen Gelegenheit zu beobachten und Zeichnungen von demselben anzufertigen, wenn es der Zustand der Luft irgendwie gestattete. In der That scheinen in Europa, nach den spärlichen Publikationen zu schliefsen, kaum irgendwo halbwegs befriedigende Beobachtungen während der letzten Opposition erhalten worden zu sein; mir sind nur einige Zeichnungen, welche mir Herr A. Stanley Williams aus England freundlichst zusandte, und die in den Astr. Nachr. No. 2928 erschienene Skizze von Terby zu Gesicht gekommen. Somit vermag ich nur eine Darstellung meiner individuellen Beobachtungen zu geben, statt einer übersichtlichen Bearbeitung einer gröfseren Zahl von Beobachtungen an verschiedenen Sternwarten. Für diesen Uebelstand dürfte indefs die Vorzüglichkeit der verschiedenen von mir benutzten Instrumente, sowie die ausgezeichnete Reinheit und Ruhe der Luft in den Sommermonaten hierselbst einigen Ersatz bieten.

Gewöhnlich wurde bei dem 36-zölligen Refraktor die Vergröfserung 320 benutzt, bisweilen aber auch stärkere Vergröfserungen. An einigen Abenden wurde der 12-zöllige Refraktor in Gebrauch genommen, und

manchmal auch der $6^{1}/_{2}$-zöllige, um den Anblick des Planeten in denselben mit dem in dem grofsen Fernrohre vergleichen zu können. Wie zu erwarten war, trat die Ueberlegenheit des 36-zölligen Instruments am meisten in Nächten mit besonderer Durchsichtigkeit der Luft hervor, ich will aber ausdrücklich konstatiren, als schätzbares Material zu der Frage nach der relativen Wirksamkeit grofser und kleinerer Fernröhre, dafs, obgleich der Einflufs ungünstiger Luftverhältnisse sich in Näherung der Leistungen der Instrumente von verschiedener optischer Kraft äufsert, kein Fall vorkam, in welchem das grofse Fernrohr nicht doch irgend welche Vorzüge gezeigt hätte. Indessen würde diese Ueberlegenheit bei ungünstigen atmosphärischen Zuständen kaum im Verhältnifs zu der Gröfse und Kostbarkeit desselben stehen, woraus sich die Nothwendigkeit ergiebt, solche Riesenfernrohre an richtige Orte zu bringen, und sie nur da aufzustellen, wo ihre optische Kraft voll ausgenutzt werden kann.

Da das 36-zöllige Aequatorial jetzt lange genug in Gebrauch gewesen ist, um über alle seine Eigenschaften ein genügendes Urtheil zu haben, ist es vielleicht von Interesse, einen kurzen Ueberblick über die verschiedenen Leistungen desselben zu geben, in welchen es sich bisher bewährt hat.

1. Trennung und Messung naher Doppelsterne, wie es der lange Katalog neuer Doppelsterne und mikrometrischer Messungen von diesen, sowie von schwierigen bereits bekannten Sternpaaren bezeugt.[1])

2. Entdeckung sehr schwacher Sterne. In dem dunklen Innenraum des Ringnebels in der Leyer, haben die Herren Holden und Schaeberle 6 Sterne aufser dem zentralen Stern gesehen (No. 14 in der Zeichnung von Lassell), und 5 innerhalb des zentralen Nebelschleiers.[2]) Ein Beispiel eines Sternenpaars von äufserster Kleinheit der Komponenten, welches von Herrn Barnard mit dem grofsen Fernrohr entdeckt wurde, ist das Paar, welches dem Trapez im Orionnebel vorangeht. Nach Herrn Burnham, der die Messungen ausführte, ist es der schwierigste Doppelstern am ganzen Himmel.

An dieser Stelle mögen auch die Beobachtungen der Marstrabanten[3]) zur Zeit der Opposition von 1888 erwähnt werden, wo diese kleinen Objekte bequem sichtbar waren, ohne dafs man den Hauptplaneten durch einen Schirm bedecken mufste. Sie wurden noch am 18. Juli gesehen, als ihre Helligkeit nur noch 12 Prozent von derjenigen bei

[1]) Burnham. Astron. Nachr. No. 2929, 2930.

[2]) Monthly Not. XLVIII. pag. 383.

[3]) Monthly Not. XLIX. No. 6.

ihrer Entdeckung im Jahre 1877 betrug. Es ist durchaus wahrscheinlich, dafs bei günstigen Gelegenheiten Verfinsterungen der Marstrabanten zur Beobachtung kommen können.

3. Struktur von Nebelflecken. Die Struktur des bereits erwähnten Ringnebels in der Leyer wurde von Herrn Holden mit dem grofsen Refraktor besser als je zuvor erkannt. Er sagt darüber: „Der erste Gedanke dabei ist weniger, dafs der Anblick desselben ein ungewohnter ist, als vielmehr, dafs er ein gänzlich anderer als bisher ist. Die scheinbare Einfachheit desselben ist plötzlich einem komplizirten Gebilde gewichen, und schliefslich ist der Versuch, ihn korrekt abzuzeichnen, in Wirklichkeit mit den gewöhnlichen Methoden gänzlich unausführbar.“[4]) Auch möge hier auf die Wahrscheinlichkeit einer helikalischen Form dieses Nebels hingewiesen sein, worüber in Seite 1 bis 13 dieses Jahrgangs von „Himmel und Erde“ das Nähere zu finden ist.

4. Kometen. Die Begleiter des Kometen Brooks wurden während der letzten Monate von Herrn Barnard[5]) beobachtet, der hierbei eine aufserordentliche Ueberlegenheit des 36-zölligen über den 12-zölligen Refraktor konstatirte. Mit dem letzteren wurden die schwachen Begleiter „D“ und „E“ (nach Barnard) niemals wahrgenommen, obwohl derselbe hinsichtlich der Dunkelheit des Gesichtsfeldes und Schärfe der Bilder bisher unübertroffen ist.

5. Planeten. Der Anblick der Jupiteroberfläche, wie er uns während der letzten Opposition hier wurde, hat allen Beobachtern zur Genüge bewiesen, dafs das grofse Fernrohr sich ebenso für das Detail von Planetenscheiben eignet, als für die oben genannten Arbeiten. Die vom Verfasser entdeckte aufserordentlich feine Theilung im äufseren Saturnring, aufserhalb der Enckeschen Trennung[6]) wurde hier von allen Beobachtern bei vielen Gelegenheiten gesehen, aber meines Wissens nirgendwo anders. Zur Zeit (1890) liegen die Ringe zu flach für derartige Beobachtungen. Endlich kann ich noch auf Arbeiten von Herrn Holden hinweisen, welcher sehr interessante, bisher nicht publizirte Details der Mondoberfläche beobachtet hat.

Ich habe meine Darstellung über das Arbeitsfeld des grofsen Teleskops und die aufserordentlichen Fähigkeiten desselben etwas ausführlicher gestaltet, da die Frage nach der Wirksamkeit der Fernröhre gröfster Dimensionen von fundamentaler Bedeutung für die Zukunft

[4]) Astron. Journ. No. 178.
[5]) Monthl. Not. XLVIII. N. 9. pag. 385.
[6]) Astr. Nachr. No. 2919.
[7]) Sidereal Messenger. No. 62. Astr. Journ. No. 190. Ciel et Terre V. 1889.

der beobachtenden Astronomie ist. Der 36-Zöller der Lick-Sternwarte hat die Grenze für die Konstruktion grofser Fernröhre in betreff ihrer optischen Wirksamkeit noch nicht überschritten, was bisher noch niemals mit Bestimmtheit ausgesprochen worden ist.

Die Jupiterscheibe bot in klaren Nächten einen wundervollen Anblick und einen Reichthum von Detail, den in Zeichnungen vollkommen wiederzugeben unmöglich ist. Mit Ausnahme der äufsersten Polarregionen und des „rothen Flecks“ war die Oberfläche des Jupiters kaum irgendwo gleichmäfsig gefärbt, sondern überall mit flockigen, äufserst unregelmäfsig geformten Wolken bedeckt. Allerdings wurden solche Bilder nicht in jeder Nacht erzielt, einerseits wegen des schon erwähnten tiefen Standes des Planeten, andererseits weil das Fernrohr für die anderweitigen Beobachtungen beständig in Gebrauch war, so dafs die Jupiterbeobachtungen nicht mit so ununterbrochener Regelmäfsigkeit durchgeführt werden konnten, wie es wohl zu wünschen gewesen wäre. Jedoch wurden 24 Zeichnungen fertig gestellt, von welchen 8 zur Reproduktion in „Himmel und Erde“ ausgewählt worden sind.

Zur Zeit ist die einzige, brauchbare Resultate liefernde Methode der Darstellung von Planetenscheiben noch immer das Zeichnen am Teleskop, etwa so, wie man eine Landschaft zeichnet. Versuche mit Hilfe der Photographie wurden schon früher angestellt und werden mit steigendem Erfolge fortgesetzt, so dafs die Behauptung voreilig sein würde, dafs sie später die ältere Methode nicht völlig ersetzen wird. Ist es doch nur wenige Jahre her, dafs rohe Zeichnungen der Sonnencorona bei totalen Finsternissen die einzigen Darstellungen derselben waren, während jetzt in 1 bis 2 Sekunden die Photographie ein genaueres Bild liefert, als es der Zeichner herstellen könnte, wenn ihm ebensoviel Stunden als in Wirklichkeit Minuten zur Verfügung ständen. Aber bisher hat noch keine Photographie eines Planeten auch nur entfernt das Detail wiedergegeben, welches das Auge wahrnimmt, daher man zunächst noch auf Zeichnungen dieser Objekte angewiesen ist.

Bei dem Jupiter ist die schnelle Rotation und folglich die schnelle Aenderung seines Aussehens eine grofse Erschwerung der Abbildung, denn 15 bis 20 Minuten ist die äufserste zulässige Zeit! Die hier mitgetheilten Beobachtungen und Zeichnungen sind aber in der Absicht gemacht, ein möglichst vollständiges Bild der Erscheinungen auf der Oberfläche zu geben, soweit es die Kürze der verfügbaren Zeit gestattete, und womöglich ihre wirkliche Beschaffenheit festzustellen. Genaue Bestimmungen von Längen ausgezeichneter Punkte der

Jupiterscheibe und ihrer Rotationsperioden werden viel besser bei Meridiandurchgängen erhalten, wie sie von Herrn A. Stanley Williams mit vielem Fleifse angestellt und in seinen „Zenographischen Fragmenten" beschrieben sind, denn bei diesem Verfahren kann man seine Aufmerksamkeit auf ein bestimmtes Objekt konzentriren.

Die Anfertigung der Zeichnungen. Die Zeichnungen wurden im Mafsstabe von 25 000 eng. Meilen zu 1 Zoll englisch ausgeführt.[8]) Unter der Annahme einer Abplattung von $\frac{1}{17.4}$ mufste für diesen Mafsstab die elliptische Form zur Aufzeichnung des Umfanges des Planeten eine grofse Axe von 88.9 mm und eine kleine Axe von 83.8 mm Länge haben. In der photographischen Reproduktion mufsten diese Dimensionen nothwendig erheblich verkleinert werden.

Die Beobachtung begann am Fernrohr 20 bis 30 Minuten ehe gezeichnet wurde, um sich so gut wie möglich mit den Details bekannt zu machen, namentlich mit denen in der Nähe des Westrandes. Die Grenzen der rothen Streifen wurden nach Schätzung in die zuvor konstruirte Ellipse eingetragen. Dann wurden an einem bestimmten Zeitpunkt die hervorragendsten Züge der Oberfläche mit Bleistift so schnell wie möglich entworfen und das feinere Detail sodann eingetragen in Anlehnung an die zuvor festgelegten Punkte, ohne ihre Ortsveränderung auf der Scheibe zu berücksichtigen. Diese Arbeit konnte aber nur 15 bis 20 Minuten fortgesetzt werden, denn nach Ablauf dieser Zeit war der Anblick des Planeten durch die Rotation schon zu sehr verändert. Da also alle Details auf die zuerst fixirten Punkte bezogen wurden, sind die bei den einzelnen Bildern angegebenen Zeiten die des Beginnes der Zeichnung. Die auf der Westküste der Vereinigten Staaten gebräuchliche „Pacific Standard"-Zeit bleibt 8 Stunden hinter mittlerer Greenwicher Zeit zurück.

Alle Positionen und Dimensionen sind nur Schätzungen, doch zeigen einige gegen Ende der Beobachtungsreihe angestellte mikrometrische Messungen, dafs diese Schätzungen ziemlich genau sind. Die äufseren Ränder der rothen Streifen waren deutlich begrenzt, und ihre Lage auf der Scheibe wurde durch Messungen am 6. und 25. September bestimmt, als die Bilder nicht scharf genug zum Zeichnen waren. Folgendes sind die erhaltenen Daten, die Distanzen stellen die Projektion der Streifen auf die scheinbare Oberfläche dar.

---

[8]) Etwa 2.1 bis 2.3 mm pro Bogensekunde des scheinbaren Durchmessers.

	1888: 6. September.		25. September.	
Polardurchmesser des Jupiter	40.6"	132 768 km	36.93"	132768 km
Vom Südpol zur Südgrenze des südlichen Streifens	14.7"	47 957 „	13.86"	49824 „
Breite des Aequatorialgürtels	11.4"	37 175 „	10.10"	36306 „
Vom Nordpol zur Nordgrenze des nördlichen Streifens	14.6"	47 636 „	12.97"	46638 „

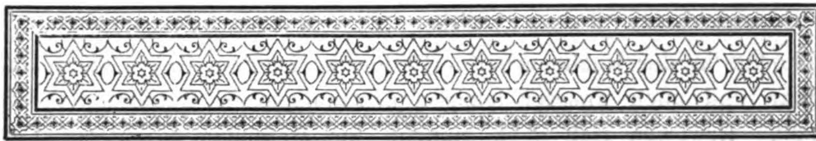
Die Länge des zentralen Meridians betrug in beiden Fällen nahezu 200°.

Vergleicht man diese Messungen mit den Zeichnungen, so zeigt sich deutlich die Tendenz, die Breite des Aequatorialgürtels zu grofs zu nehmen. Andere Schätzungsfehler zeigen sich bei der Breite der verschiedenen Streifen, der Länge des rothen Flecks u. s. w., doch sind die Zeichnungen in ihrer originalen Form belassen und nicht nach den Messungen korrigirt worden. Es wurde dies aus dem Grunde vorgezogen, um in unverfälschter Deutlichkeit zu erkennen, wieviel Werth den individuellen Resultaten beizumessen ist.

Bei der Anfertigung von Zeichnungen, welche möglichst viele kleine Einzelheiten enthalten sollen, erscheint eine Schwierigkeit, welche ohne Zweifel allen Beobachtern entgegen getreten ist, nämlich die Darstellung desjenigen Details, welches wegen ungünstiger Luft oder aus anderen Gründen undeutlich ist. Es mufs wohl oder übel in seiner eigenthümlichen Form angegeben werden, und wenn es zuvor schon einmal aufgenommen wurde, ist seine Weglassung ebenso von Bedeutung wie seine Eintragung, da es sonst als ein Beweis für Veränderungen ausgelegt wird, die thatsächlich nicht stattgefunden haben. Aus diesem Grunde ist in einer kurzen Reihe von Anmerkungen, die unten folgen, auf die Bildungen aufmerksam gemacht worden, die nicht befriedigend zur Darstellung kommen konnten. Nach den Bleistiftskizzen am Teleskop wurden Bilder in chinesischer Tusche ausgeführt, unter sorgfältiger Erhaltung der gegenseitigen Lage der Fixpunkte. Im allgemeinen gleichen die Originale durchaus diesen Kopien, doch sind erstere etwas mehr schematisch aus dem erwähnten Mangel an Zeit; z. B. würde es zu lange aufgehalten haben, die weifsen Flecken der südlichen Hemisphäre als rundlich weifs auf einem gleichmäfsigen dunkleren Grunde hervortreten zu lassen, weswegen sie in den Originalskizzen durch kleine Kreise angedeutet wurden.

(Schlufs folgt.)





Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst.

Von **F. K. Ginzel**,

Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte zu Berlin.

II. Das Zeitalter der Kometen- und Planetenbahn-Bestimmungen.

Schon Newton hatte für die Lösung der Aufgabe, wie aus drei von irgend einem Punkte der Erde aus angestellte Beobachtungen eines Kometen die parabolische Bahn, welche der Komet um die Sonne beschreibt, ermittelt werden kann, eine Methode angegeben. Die Mühseligkeiten, welche diese Methode bei ihrer praktischen Anwendung verursachte, gaben den Anlafs zu den vielfältigen Bemühungen des vorigen Jahrhunderts, kürzere und sichere Wege der Lösung zu versuchen. Die Einen (wie Lacaille, Lalande, Boscovich, Lambert, Euler) umgingen die direkte Bahnbestimmung in der Weise, dafs sie, mit willkürlich gewählten Distanzen des Kometen von der Erde und der Sonne anfangend, sich mittelst vieler Versuche allmählich der Wahrheit näherten, oder dadurch, dafs sie den mathematischen Betrachtungen gewisse geometrische Voraussetzungen zu Grunde legten, wie z. B., dafs das zwischen den 3 Beobachtungen des Kometen enthaltene Stück der Bahn als eine gerade Linie angenommen werden dürfe, oder, die Sehne, die zwischen dem ersten und dritten Orte des Kometen enthalten ist, werde von der Verbindungslinie des zweiten Kometenortes mit der Sonne (dem mittlern Radius vector) im Verhältnifs der Zeiten, zu welchen die Kometenorte gehören, geschnitten u. s. f. Andere (wie Lagrange, Laplace, Duséjour, Tempelhof) suchten das Problem direkt zu bewältigen, indem sie durch scharfsinnige analytische Kunstgriffe den Grad der Gleichungen, die in der Aufgabe die Hauptrolle spielen, herabzudrücken und so diesen Gleichungen lösbare Formen zu geben trachteten. Alle diese Versuche zur Lösung des Kometenproblems fallen zwischen die Jahre von etwa 1740 bis 1783. Was für Mühe und Geduld die meisten dieser

Methoden in der Rechenarbeit erforderten, ist dem Laien kaum darlegbar und auch unserer jetzigen astronomischen Generation völlig fremd. Erwiesen sich doch manche der Methoden als blofse rechnerische Illusionen; beispielsweise war der Komet von 1779 ein Gegenstand der Verzweiflung vieler astronomischer Rechner, manche mühten sich vergeblich ab, aus den Beobachtungen ein annehmbares Resultat herauszubringen. Da erschien im Jahre 1797 das Werk des berühmten Olbers: „Ueber die leichteste und bequemste Methode die Bahn eines Kometen zu berechnen." Mit einem Schlage wurden die Schwierigkeiten beseitigt. Olbers zeigte, dafs man zu dem von Lambert aufgestellten Satze, die Sehne des Kometen zwischen der ersten und dritten Beobachtung werde vom Radius vector im Verhältnifs der Zwischenzeiten geschnitten, nur noch die Voraussetzung hinzuzufügen braucht, dafs auch die Sehne der Erdbahn in demselben Verhältnifs geschnitten werde, um zu einer einfachen Ermittlungsart der Bahn zu gelangen. Trotz der zweifellosen Ueberlegenheit der Olbersschen Methode scheint anfänglich ihre Verbreitung im Auslande keine schnelle gewesen zu sein; namentlich die französischen Astronomen hielten noch lange an den von Laplace und Lagrange gefundenen Lösungsarten fest; der Direktor der Berliner Sternwarte, J. F. Encke, machte deshalb 1833 die Olberssche Methode neuerdings bekannt und seit dieser Zeit hat sich zu ihr wohl die gesamte astronomische Gelehrtenwelt bekehrt; vermöge ihrer Einfachheit, Sicherheit und Eleganz ist sie durch 70 Jahre der Führer aller derer geblieben, welche Kometenbahnbestimmungen unternommen haben und erst die neuere Zeit hat wesentliches hinzuzufügen gewufst.

Die Lösung des Kometenproblems war indefs nur einer der Faktoren, welche vereint um den Anfang unseres Jahrhunderts einen mächtigen Fortschritt in der Entwicklung der astronomischen Rechenkunst bewirkten. Am 1. Januar 1801 entdeckte Piazzi beim Revidiren einer Sternkarte ein Gestirn, das sich den Eigenthümlichkeiten der Bewegung nach als ein zwischen Mars und Jupiter kreisender Körper — ein Mitglied der heute uns nach hunderten bekannten „Asteroiden" oder „Planetoiden" — herausstellte. Da Piazzi seine Beobachtungen lange zurückgehalten hatte und die Gefahr nahe lag, dafs die „Ceres" (dies war der entdeckte Planet) nach ihrem Wiederhervortreten aus den Sonnenstrahlen aus Mangel einer bis dahin zuverläfslichen Ephemeride nicht mehr aufgefunden und weiter beobachtet werden könne, so entstand die Aufgabe, aus dem von Piazzi beobachteten kurzen Wege des Planeten dessen elliptische Bahn um die Sonne zu bestim-

men. Der berühmte Gaufs half den Astronomen, die sich bei dem bis dahin noch nicht vorgelegenen Falle mit Kreisbahnen zu behelfen suchten, aus der Verlegenheit. Er löste das Problem völlig streng und auf Grund seiner Ephemeriden fanden Zach und Olbers die „Ceres“ wieder auf. Gaufs sollte bald Gelegenheit haben, seine Theorie abermals anzuwenden. Die Asteroiden Pallas, Juno und Vesta wurden 1802, 1804 und 1807 entdeckt und Gaufs legte seine an den Rechnungen über diese Himmelskörper erworbenen Erfahrungen schliefslich in dem epochemachenden Werke „Theoria motus corporum coelestium“ (1809) nieder.

Zu dem aus der Lösung des Kometen- und Planetenbahnproblems erblühenden Aufschwunge der Rechenkunst kamen aber noch zwei bedeutsame Momente: das eine ist die Begründung der „Methode der kleinsten Quadrate“, das andere die Entwicklung der Theorie der „Störungen“. — Es ist wohl auch dem Laien klar, dafs die Beobachtungen (Ortsbestimmungen) der Planeten und Kometen an den Instrumenten nicht völlig fehlerfrei erhalten werden können. Nothwendigerweise beeinflussen diese Fehler auch die Bahn, welche aus den Beobachtungen berechnet wird, und letztere wird desto mehr mit Unsicherheit behaftet sein, je mangelhafter die Qualität der Beobachtungen ist oder je weniger zahlreich die Messungen sind, die man über den Himmelskörper erhalten hat. Schon 1795 fand nun Gaufs nicht nur ein Verfahren, zu entscheiden, welcher mittlere Fehler jeder einzelnen Beobachtung zukomme, sondern er zeigte auch die Rechnungsmethode in welcher Weise eine gröfsere Zahl von Beobachtungen rechnerisch verwerthet werden müsse, um sich von den Fehlern möglichst unabhängig zu machen, dieselben gewissermafsen auf die ganze Bahn gleichmäfsig zu vertheilen, und so ein am wenigsten mit Unsicherheit behaftetes, der Wahrheit am nächsten kommendes Resultat erhalten zu können. Auch Legendre fand selbständig dieses Verfahren der „Methode der kleinsten Quadrate“, welches die Astronomen eigentlich erst zu Rechnern gemacht hat, indem es einen Genauigkeitssinn erweckte, von dem man bis dahin nicht viel wufste.

Das Grundprinzip, die von irgend einem Weltkörper durch dessen Anziehungskraft in der Bahn eines anderen Körpers entstehenden Veränderungen, die „Störungen“ des letzteren, durch Rechnung zu ermitteln, hatte schon Newton aufgestellt. Eine eigentliche Entwicklung der Theorie nahm erst mit Clairaut und D'Alembert (um 1747) ihren Anfang. Der berühmte Euler begründete schon eine, wie sich viel später klar gezeigt hat, äufserst fruchtbringende Methode

der Bestimmung der Störungen, die Methode der Variation der Konstanten. Ihre Prinzipien wurden namentlich von Lagrange auf unser Planetensystem angewendet und als Frucht derselben gingen die ersten besseren, auf streng mathematische Betrachtung gegründeten Tafeln der Bewegung der Hauptplaneten hervor. Ganz gewichtige, grundlegende Fortschritte schuf Laplace in seiner unsterblichen „Mécanique celeste“ (1799—1826).

Diese Fortschritte der Theorie fanden nun in der eigentlichen Rechenkunst sofort den fruchtbarsten Boden. Halley zeigte in einer 1716 erschienenen Abhandlung über den nach ihm benannten Kometen, dafs dieser Komet ein und derselbe sei, der 1682, 1607 und 1531 gesehen worden war; es handelte sich darum, zu berechnen, um wie viel Tage durch die störende Wirkung der Planeten sich die um 1758 zu erwartende Wiederkehr des Kometen ändern würde. Clairaut leistete diese damals ohne Beispiel dastehende grofse Rechnungsarbeit; er fand etwa 518 Tage Verspätung durch die Störungen des Jupiter, 100 Tage durch jene des Saturn und kündigte an, dafs der Komet gegen April 1759 hin erscheinen könnte: in der That fand ihn im Dezember 1758 ein Liebhaber der Sternkunde, der Bauer Palitzsch in Prohlis bei Dresden. Abgesehen von jener vielgepriesenen rechnerischen Heldenthat nahm aber erst mit der Arbeit Bessels über den Kometen von 1807 die Art und Weise der Kometenbahubearbeitung ihre strenge und für die spätere Zeit mustergiltige Form an. Er berechnete dort — zum ersten Mal für einen Kometen — spezielle Störungen (d. h. die Störungen während der Erscheinungsdauer), ermittelte mit Rücksicht auf dieselben und unter Zuziehung sämtlicher Beobachtungen die wahre Bahn, und behandelte die letzteren sorgfältig nach der Methode der kleinsten Quadrate. Bald folgte dieser Untersuchung eine ebenso treffliche rechnerische Arbeit: jene von Argelander über den grofsen Kometen des Jahres 1811. Ende November 1818 entdeckte Pons einen Kometen, der alsbald als ein periodischer, nach je $3^3/_{10}$ Jahren zurückkehrender erkannt wurde. Encke wandte diesem Gestirne sein ganzes Interesse zu; er verfolgte bis ans Ende seines Lebens den Kometen durch Rechnung und stellte in sieben, der Berliner Akademie vorgelegten Abhandlungen (1829 bis 1854) die merkwürdige Thatsache fest, dafs der Enckesche Komet (so wurde dieser späterhin allgemein genannt) in seiner Umlaufszeit eine allmähliche Verkürzung erfahre, also sich dessen tägliche Bewegung beschleunige. Encke führte deshalb zur Berücksichtigung dieser Veränderung in seine Rechnungen von etwa 1829 ab die von Olbers

geäufserte Hypothese eines „widerstehenden Mittels" ein.[1]) Es gelang ihm, damit die dreizehn Wiederkünfte des Kometen zwischen 1819—58 befriedigend mit einander zu verbinden. Asten und Backlund haben in neuerer Zeit diese Arbeiten über den Kometen für die weiteren Rückkünfte seit 1858 fortgesetzt und sind zum Theil auch auf Revisionen der Enckeschen Rechnungen zurückgegangen. Die Resultate, die sie gefunden, sind sehr merkwürdige; nach denselben würde es scheinen, dafs der Komet eigenthümliche Störungen in seiner Bewegung (so z. B. eine sonderbare, plötzliche im Jahre 1868) erleide, deren Grund weniger in einem widerstehenden Mittel, sondern eher in Vorgängen und Veränderungen im Innern des Kometen zu suchen sein kann. Die Akten über den Enckeschen Kometen sind jedenfalls noch lange nicht geschlossen, umsoweniger, als zwei sehr gediegene Arbeiten über die periodischen Kometen Faye und Winnecke, bei denen früher ebenfalls eine Verkürzung der Umlaufszeit vermuthet worden ist, keinen Schlufs unterstützen, der auf das widerstehende Medium führen würde. Wenige Kometen haben bisher eine so grofse, beharrliche Rechnungsthätigkeit für sich in Anspruch genommen, wie der Enckesche. Selbst Encke, der Ausdauernde, fand die Rechnungen nachgerade „immer lästiger". Die Beschäftigung mit dem Kometen durch Encke führte aber auch indirekt zu neuen Fortschritten der Rechenkunst: zur weiteren Ausbildung der Berechnung der speziellen Störungen und zur Vereinfachung der sonstigen Rechnungsvorschriften. Der Komet hat nicht wenig dazu beigetragen, dafs Encke jener Meister der Rechenkunst geworden ist, als welchen wir ihn bewundern.

Die Voraussicht, dafs den zu Anfang unsers Jahrhunderts entdeckten 4 Asteroiden wohl bald weitere folgen würden und dafs namentlich aus diesen Himmelskörpern der Astronomie bedeutende Rechnungsarbeiten erwachsen müfsten, hatte Gaufs schon zu dem geflügelten Worte veranlafst, ein neuer Berechner sei mehr werth als zwei neue Sternwarten. Die sich seit der Entdeckung der „Asträa"

[1]) Diese Hypothese wird von Encke so gefafst: die Dichte des Mittels (des hypothetischen den Weltraum erfüllenden feinen Stoffes) verhält sich umgekehrt dem Quadrate der Entfernung von der Sonne, und der durch das Mittel ausgeübte Widerstand ist direkt proportional dem Quadrate der Bewegungsgeschwindigkeit des Kometen; die dann stattfindende Tangentialkraft vermindert die grofse Axe der Kometenbahn und hiermit die Umlaufszeit. Encke verwahrt sich ausdrücklich dagegen (2. Abhdlg. 1831), dafs die eingeführte Hypothese die einzige richtige Erklärung leisten könne, ihm genügt, dafs sich die Verkürzung durch jene Hypothese hinreichend darstellen und berücksichtigen läfst.

durch Hencke (1845) über die Schreibtische der Astronomen in wachsender Fülle ergiefsende Heerschaar von Planetoiden liefs erkennen, dafs an dem vielleicht etwas scharfen Worte Gaufs' auch einige Wahrheit sei. Für die 8 grofsen Planeten hatte man lange Reihen von Oppositionen gehabt, aus denen man Umlaufszeit und Bahnaxe gewinnen und damit zu einem Fundamente gelangen konnte, mit Hülfe dessen sich die übrigen Bahnelemente aus den Beobachtungen leichter finden liefsen. Die anzubringenden Störungen waren nicht grofs, so dafs man von den durch sie bewirkten Veränderungen der Elemente auf Jahre hinaus Abstand nehmen konnte. Die ganze Bewegung der Planeten konnte in Tafeln gebracht und daraus im Bedarfsfalle entlehnt werden. Bei den Asteroiden gestaltete sich aber die Sache ganz anders. Die Elemente der Bahnen zeigten sich bei jeder Wiederkunft (Opposition) der Planeten als andere. Die auftretenden beträchtlichen Neigungswinkel und Excentricitäten der Asteroidenbahnen machten eine Behandlung, wie man sie ehemals angewendet hatte, unthunlich. Es dauerte einige Zeit, ehe man hier den richtigen Weg fand. Endlich kam man auf das einzig zweckdienliche Verfahren: Neben den Bahnelementen sofort auch die durch die andern Planeten (namentlich Jupiter und Saturn) hervorgebrachten Störungen zu ermitteln[2]) und zwar bis zum Zeitpunkte der nächsten Opposition, dann für diese Zeit geltende Elemente abzuleiten und schliefslich für die Dauer der voraussichtlichen Sichtbarkeit dieser kleinen Gestirne Ephemeriden zu berechnen, mittelst welcher die Asteroiden aufgesucht und weiter beobachtet werden konnten. Da die Asteroiden immer bald wieder zurückkehren (die Umlaufszeit der meisten beträgt nur einige Jahre) und für jeden dieser kleinen Körper durch Vorausrechnung vorgesorgt sein soll, sowohl wegen der Störungen, die er erfahren hat, als auch wegen der Verbesserung der Bahnelementenbestimmung, die mit Rücksicht auf die letzte Beobachtung des Planeten zu machen ist, so wird auch dem Laien wohl die Menge der Arbeit klarer werden, welche die Asteroiden ohne Unterbrechung verursachen. Ein Blick auf die fortschreitende Entdeckungszahl der Asteroiden illustrirt dies am besten. Es waren bekannt:

bis	Anfang	1850	10	Asteroiden,
„	„	1860	57	„
„	„	1870	109	„
„	„	1880	211	„
„	„	1890	287	„

[2]) Es ist merkwürdig, wie lange man diese Nothwendigkeit übersah. Selbst Gaufs blieb bei der „Pallas“ durch 9 Jahre (6 Oppositionen) bei rein

Die Asteroidenberechnungen zogen deshalb bald mehr und mehr rechnerische Kräfte an sich. Um 1862 beschäftigten sich schon etwa 30 Astronomen zumeist mit Störungsrechnungen der Asteroiden. Das Haupt der deutschen astronomischen Schule, Encke, hielt mit Recht viel auf die rechnerische Gewandtheit, die man sich bei der gründlichen Bearbeitung der Bahnen der Asteroiden erwerben kann. Er sagt: „Ich für meine Person bin überzeugt, dafs diese Arbeit neben den festen an die Zeit gebundenen Beobachtungen einen günstigen Einflufs auf den Astronomen hat und ihn mit einem Theile der Astronomie in genauerer Verbindung erhält, von dem man ganz vorzüglich erwarten mufs, dafs gröfsere Fortschritte der Wissenschaft ausgehen werden.“ [3])

Ganz wesentliche Fortschritte machten die Methoden, spezielle Störungen zu berechnen, durch die Bemühungen von Hansen. Der letztere war es auch, durch den die schwierige Frage über die Bewegung des Mondes ihrer Lösung ganz erheblich näher gebracht wurde. Tafeln, aus denen für jede gegebene Zeit der Ort des Mondes, seine Bewegung etc. berechnet werden können, hatten schon Mayer, Bürg und Burkhardt in hinreichender Brauchbarkeit konstruirt. Plana und Delaunay versuchten sich an der Theorie, aber erst Hansens Genie und Beharrlichkeit in der Bewältigung analytischer und numerischer Entwicklungen gelang die strenge Lösung des überaus komplizirten Problems. Seine Mondtafeln (1857), obwohl in gewissen Punkten noch weiterer Verbesserungen harrend, bleiben für lange Zeit das Fundament für alle mit der Mondbewegung zusammenhängenden Aufgaben.

Die Erwähnung der mathematisch-numerischen Untersuchungen Hansens als eines besonderen Zweiges der astronomischen Rechenkunst führt uns von selbst noch zu den ähnlichen Arbeiten Leverriers über die Bewegungstheorie der grofsen Planeten. Die grofse Bedeutung Leverriers ruht weniger in der rechnerischen Entdeckung des Neptun, als vielmehr in der von ihm in der umfassendsten, scharfsinnigsten Weise ausgeführten analytisch-numerischen Untersuchung des ganzen, aus den Einwirkungen der Planeten aufeinander hervorgehenden komplizirten Organismus von Störungsgliedern und anderweitigen Beziehungen. Man könnte beinahe sagen, diese endgültige Durcharbeitung der Planetentheorie sei ihm allein die Hauptsache gewesen, da er uns

elliptischen Elementen stehen, bevor er dieselben zur Ermittlung von Störungen verwendete.

[3]) Berliner astr. Jahrb. 1864.

die eigentliche Frucht seiner Arbeiten, die Tafeln von Merkur, Venus, Mars, Jupiter, Saturn und der Sonne in weniger vollendeter Form, wenigstens betreffs einiger dieser Planeten, hinterlassen hat. Die rechnerische Entdeckung des Neptun [4]) ist gleichwohl als eine grofse That aufzuführen, denn sein Werk (1849) vereinigt zielbewufsten Gedankengang mit subtilster Genauigkeit der Rechnung. — Mit Leverriers Arbeiten, an welche noch Newcombs vorzügliche Untersuchungen über die Bewegung des Uranus und Neptun und den Mond anzureihen sind, hätten wir die Hauptzüge der Entwicklung der astronomischen Rechenkunst geschildert und wenden uns im Schlufsartikel zu einer kurzen Betrachtung der rechnerischen Aufgaben, welche die Gegenwart beschäftigen. —

[4]) Neptun wurde bekanntlich nach den aus den Störungen des Uranus von Leverrier abgeleiteten Bahnelementen in Berlin am 23. September 1846 von Galle aufgefunden.





Ueberseeische vulkanische Eruptionen und Seebeben.

Von Admiralitätsrath **Rottok** in Berlin.

Wie die Erdrinde des Festlandes von Erschütterungen seismischer Natur und vulkanischen Eruptionen heimgesucht wird, so ist auch der Meeresboden denselben Erscheinungen unterworfen. Sind auch die Berichte über derartig beobachtete unterseeische Erscheinungen spärlich und knapp, so genügen sie doch, die Thatsache ihres Auftretens aufser Zweifel zu stellen. Von vorn herein liegt kein Grund vor, die Wirksamkeit der dem Erdinnern entstammenden und als Ursache jener Phänomene bekannten Kräfte allein auf die dem Festlande angehörige Erdoberfläche zu beschränken, und den durch das Meer bedeckten Theil der Erdkruste von derselben auszuschliefsen Einen hinreichenden Beweis von der submarinen vulkanischen Thätigkeit des Erdkörpers liefern die eruptiven Gesteine und Tuffe, welche einen grofsen Theil der Meeresablagerungen ausmachen, sowie die in allen Ozeanen theils zu Gruppen vereinigten, theils isolirten Inseln vulkanischer Zusammensetzung. Dafs im Vergleich zu den leider nur zu häufigen Berichten über Erdbeben oder vulkanische Ausbrüche auf dem Festlande, so selten Kunde von ähnlichen Erlebnissen auf See zu uns dringt, ist erklärlich, wenn man die verschwindend kleine Anzahl der Beobachter auf See gegen die dichte Festlands-Bevölkerung in Betracht zieht, wenn man bedenkt, wie vereinzelt die Schiffe auf der weiten Fläche des Ozeans vertheilt sind, so dafs sich der weit gröfste Theil derselben der menschlichen Beobachtung entzieht. Es kommt hinzu, dafs solche Phänomene, wenn sie erlebt, zum Theil von den sie beobachtenden Seeleuten überhaupt nicht verzeichnet wurden, zum Theil, wenn dies geschehen, in den Journalen vergraben geblieben und nicht an die Oeffentlichkeit gedrungen sind, oder schliefslich auch nicht richtig erkannt und ausgelegt wurden. Unzweifelhaft stammen

von solcher falschen Erkenntnifs die vielen Berichte über brandende Klippen und Untiefen mitten im Ozean, von denen die Karten noch voll sind, die aber nie wieder gesehen worden sind und dem Seefahrer viele unnöthige Sorge bereiten; erst in neuerer Zeit hat man angefangen, die Richtigkeit solcher Meldungen durch umfafsende Nachforschungen zu prüfen und ist es dadurch gelungen, schon viele solcher angeblichen Gefahren aus den Karten zu tilgen.

Die in den Journalen deutscher Schiffe enthaltenen Berichte und Aufzeichnungen über beobachtete Seebeben oder vulkanische Erscheinungen auf See werden seit dem Jahre 1877 in den von dem hydrographischen Amt des Reichs-Marine-Amts herausgegebenen Annalen der Hydrographie und Maritimen Meteorologie veröffentlicht. Mit einem eingehenderen Studium dieser ozeanischen Phänomene hat sich, so weit dies bei dem mangelhaften Material möglich ist, E. Rudolph beschäftigt und verdanken wir demselben die erste umfassende und höchst schätzenswerthe Sammlung einschlägiger Berichte.[1] Im Nachstehenden wollen wir uns darauf beschränken, die Natur und das Wesen dieser für die Geophysik ebenso wichtigen, wie für den Seemann bedeutungsvollen Naturereignisse, die Art ihres Auftretens, ihre Wirkung auf die ozeanische Wassermasse, auf Schiffe und Atmosphäre unter Benutzung der vorgenannten Berichte und Veröffentlichungen kurz zu beleuchten.

Unter Seebeben verstehen wir jene Bewegung des Ozeans, die erzeugt wird durch Erschütterungen des Meeresbodens, welche sich auf das Wasser fortpflanzend, demselben den eigenartigen Charakter des Bebens verleihen. Ob lediglich eine Erschütterung des Bodens die Ursache gewesen oder ob gleichzeitig ein vulkanischer Durchbruch stattgefunden, wird oft unentschieden bleiben müssen, da sich die letzteren nicht immer, wie dies bei grofsen Tiefen leicht erklärlich, bis zur Meeresfläche als solche zu erkennen geben. Nach Analogie des Häufigkeitsverhältnisses der Erdbeben und der vulkanischen Eruptionen auf dem Festlande dürfen wir jedoch annehmen, dafs in den meisten Seebeben-Fällen nur eine Bewegung, kein Durchbruch des Meeresbodens vorliegt.

Vulkanische Eruptionen des Meeresbodens sind, wie dies schon angedeutet, selten zur Beobachtung gekommen, und wenn dies der

[1] Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen. Von E. Rudolph. Beiträge zur Geophysik. Abhandlungen aus dem geographischen Seminar der Universität Strafsburg. Herausgegeben von Prof. Dr. G. Gerland. Stuttgart 1887. E. Schweizerbartsche Verlagshandlung.

Fall war, meist in der Nähe des Landes d. h. in verhältnismäfsig geringen Wassertiefen. Nach den uns überlieferten Schilderungen vollziehen sich dieselben stets in ähnlicher Weise: ein Aufwallen des Wassers, ein Emporheben von Wasserstrahlen zu beträchtlicher Höhe, Ausstofsen von Dampf-, Feuer- und Rauchsäulen, Emporschleudern von Lava- und Bimssteinmassen, begleitet von einem dumpfen, donnerähnlichen Getöse und häufig von penetrantem schwefligem Geruch. Um ein besseres Bild dieser seltenen Erscheinung zu geben, mögen hier einige kurze Schilderungen folgen.

Eine am 24. Februar 1877 vor der Einfahrt der Kealakekua-Bai, Hawaiï-Insel, an der Stelle, wo Cook am 14. Februar 1779 seinen Tod fand, stattgehabte Eruption schilderte ein Augenzeuge wie folgt:[2])

„Als wir am 24. Februar auf der Fahrt von Kau nach der Keatakekua-Bai in die Nähe der Hafeneinfahrt kamen, sahen wir Dampf- und Rauchsäulen aus dem Meer aufsteigen, das so bewegt war, als ob eine gröfsere Anzahl Walfische dort spielte. Ueberall trieben gröfsere Stücke Lava umher. Die Eingeborenen erzählten, dafs die unterseeische Eruption zuerst am 24. Februar um 3 Uhr Morgens beobachtet sei; sie wollten anfänglich unzählige rothe, grüne und blaue Lichter gesehen haben, die sie sich vor dem nächsten Morgen nicht zu erklären vermochten. Der Vulkan scheint aus einer etwa eine Seemeile langen Spalte zu bestehen, da man so weit nach See hinaus Dampf und Lava aufsteigen sieht. Die Tiefe des Wassers beträgt 37—110 Meter. Der Vulkan liegt gerade im Track der vorbeifahrenden Dampfer und erstreckt sich in der Richtung von Westnordwest nach Ostsüdost. Nachmittags fuhren wir mit den Böten nach der Stelle, wo das Wasser am stärksten kochte und beständig zahlreiche grofse Stücke Lava an der Oberfläche erschienen und gegen die Böte stiefsen. In einer Minute wurde unser Boot von nicht weniger als sechs Stücken Lava, die durchschnittlich zwei Kubikfufs grofs waren, getroffen, indessen erlitt es durchaus keinen Schaden, da die Lava vollständig weich war; beim Erscheinen an der Oberfläche war sie, wie wir bemerkten, rothglühend und entwickelte schweflige Dämpfe und Gase. Ein paar Stücke Lava nahmen wir in weifsglühendem Zustande in das Boot; dieselben waren im Innern vollständig geschmolzen und so weich wie Mehlteig, das Wasser war nur einen Zoll in das Innere eingedrungen. Wir hörten ein Geräusch, wie wenn ein Bach sich über Felsen stürzt, das anscheinend aus dem unterseeischen

[2]) Annalen der Hydrographie 1877.

Krater herrührte. In der Nacht vor dem Ausbruche wurde ein heftiges Erdbeben gespürt, das jedoch anscheinend keinen Schaden angerichtet hat. Die von dem Vulkan ausgeworfene Lava ist porös, bröckelig und leicht, so dafs sie in heissem brennendem Zustande auf der Oberfläche des Wassers treibt; nach Entströmung der schwefligen Gase und Erkaltung sinkt sie jedoch, wie schon erwähnt. Wahrscheinlich steigt aber nur die leichte Lava bis an die Oberfläche, während die schwereren Stücke auf dem Grunde des hier bis 50 Faden tiefen Meeres zurückbleiben. Durch den Ausbruch sind zahllose Fische getötet worden, die von den Eingeborenen eifrigst gesammelt wurden. In dem Konadistrikte von Hawaiï hat man in den letzten hundert Jahren keine vulkanische Eruption mehr gehabt. Der jetzige vulkanische Ausbruch hat bewiesen, dafs die vulkanischen Kräfte auch unterhalb des Bodens von Kona lebendig sind."

Als zweites typisches Beispiel einer submarinen Eruption mag der Bericht des Walfischfahrers „Alice Frazer", Kapt. C. H. Newell, dienen,[3]) welcher sich mit 6 anderen Walern am 26. Juli 1856 in der Onnimah-Strasse, König Georgs- oder St. Lazarus-Archipel befand, um dem Schauspiel eines schrecklichen Ausbruches beizuwohnen, von dem man schon mehrere Stöfse verspürt und dessen langes und dumpfes Brüllen man gehört hatte. Nach Verlauf von 12 Stunden, während welcher Zeit schwarzer dichter Rauch in verschiedener Stärke sich senkrecht bis zu bedeutender Höhe erhoben hatte, trieb ein starker Wind aus S. den Rauch aufs Meer hinaus und verursachte völlige Finsternifs. Gleichzeitig vernahm man ein langes und dumpfes Grollen gerade unter dem Schiff, das sofort seine Erklärung fand durch das Erscheinen eines Vulkans, welcher sich plötzlich in der Mitte der kleinen Flotte erhob. Anfangs wallte das Wasser auf, erhob sich umgestüm zu wilden Wogen und dann sprang es wie der Wasserstrahl einer gewaltigen Quelle in glänzender Wassersäule sich um sich selber drehend zu grofser Höhe empor. Unter Donnergebrüll, welches die Luft mächtig erschütterte, sah man Flammen und Rauch, Lava und Bimsstein aufschiefsen. Ebenso plötzlich, wie sie angefangen, hörte die submarine Eruption auch wieder auf."

Wie schnell eine solche plötzlich aus dem Meere auftauchende, vulkanische, aus Eruptionsproducten sich zusammensetzende Insel wieder verschwinden kann, lehrt der Bericht des Kapitains Lunginers vom

[3]) Rudolph „Ueber submarine Erdbeben und Eruptionen"; aus Bulletins de l'Académie de Bruxelles. 1859.

Schiffe „Lutterfeld", welches auf eine in 65° 15′ S. Br. und 72° 10′ W. Lg. ca. 140 Seemeilen von der Magellan-Strafse gelegene, bisher unbekannte kleine Insel von ca. 30 m Höhe früh Morgens beinahe aufgelaufen wäre. Der Bericht lautet[4]: „Das Schiff drehte bei bis der Tag anbrach, worauf der Kapitain mit einem Boot nach der neuen Insel fuhr, welche seit ihrer ersten Wahrnehmung bereits an Gröfse abgenommen hatte. Rings um die kegelförmige Felsmasse zischte das Wasser, und obwohl kein Rauch aufstieg, so war dieselbe doch zu heifs, um eine Landung zu gestatten. Langsam fuhr die Insel fort zu sinken, war um 8h vollständig unter der Meeresfläche verschwunden und eine Stunde später segelte das Schiff über die Stelle fort, welche kurz vorher die Insel eingenommen hatte."

Wenden wir uns nun den Seebeben zu, so steht uns darüber eine gröfsere Anzahl von Berichten zur Verfügung, welche, so verschiedenartig auch die einzelnen in ihren Schilderungen sind, doch in ihrer Gesamtheit ein klares Bild der Erscheinung zu geben im stande sind.

Der erste Eindruck auf die Besatzung eines von einem Seebeben getroffenen Schiffes wird fast überall dargestellt als die Empfindung des Strandens oder Auflaufens des Schiffes auf den Meeresboden oder des Aufstofsens auf eine Klippe.

Die dem Schiffe mitgetheilte und von der Besatzung empfundene Bewegung ist sowohl in ihrer Intensität, wie ihrer Art nach verschieden. Bald ist es ein leises, kaum merkbares Zittern, bald eine stärkere Erschütterung, die alles Geschirr erklirren macht und lose Gegenstände an Bord umwirft, bald sind es Stöfse, die sich auch auf Masten und Raaen äufsern, das Ruder hin- und herschlagen oder gar gröfsere Beschädigungen hervorrufen. Die Stöfse, welche in gröfserer oder geringerer Zahl das Schiff treffen, sind je nach ihrer Richtung und Heftigkeit von verschiedener Wirkung. So erlitt das dänische Schiff Tjalfe am 1. September 1885 im Nordatlantischen Ozean 2 Stöfse, von denen der erste so heftig war, dafs man glaubte, das Schiff bräche zusammen;[5] auf dem Schiffe Willy wurde der Kapitän durch einen Seebebenstofs am 2. Dezember 1883 in der Ombay-Strafse an Deck niedergeschlagen, während dem Mann am Ruder das Rad fast aus der Hand flog. Nicht selten wird berichtet, dafs das Schiff auf die Seite geworfen oder in die Höhe gehoben wird. Die Brigg Limproniana

[4]) Annalen der Hydrographie 1878.
[5]) Annalen der Hydrographie 1885.

wurde beim Einlaufen in den Hafen von Truxillo, Honduras, am 25. September 1855 „durch einen starken vertikalen und einen von OSO. nach WNW. fortschreitenden horizontalen Stofs emporgehoben, und fiel wie eine Bleimasse wieder nieder, so dafs das Wasser rund herum aufspritzte.“

Während die meisten Stöfse vertikal von unten nach oben gerichtet oder doch horizontal das Schiff nach einer bestimmten Richtung in Bewegung setzen, konstatirte der Kommandant Sr. Maj. Av. Loreley, Korvetten-Kapitän von Wietersheim bei dem Erdbeben von Chios im April 1881 im Hafen von Castro undulatorische Bewegungen (Annalen der Hydr. 1881 S. 302). Die gleichen wellenförmigen Bewegungen wurden von Kapitän Stege an Bord des Schoners Pallas am 18. Juli 1880 im Hafen von Manila wahrgenommen (Annalen der Hydr. 1881 S. 261).

Ueber den während des Seebebens beobachteten Zustand der See sprechen die Berichte sich auch ziemlich abweichend von einander aus; während nach einzelnen Schilderungen das Meer sich zu richtigen Wellenbergen aufthürmt, hohe Wassersäulen emporgeschleudert werden, die ganze Oberfläche des Wassers lebhaft aufwallt, als ob es koche und siede, melden die meisten wunderbarer Weise, dafs die See während der Erscheinung vollkommen ruhig blieb. In einem Falle berichtet sogar der Dampfer City of Palatka von einer beruhigenden Wirkung auf den herrschenden Seegang; derselbe stand bei dem am 31. August 1886 die Ostküste von Nordamerika erschütternden Erdstofs südlich von Charleston und spürte eine $1^1/_2$ Minuten dauernde rollende und zitternde Bewegung; der starke südöstliche Seegang hörte plötzlich während dieser Erschütterung auf, die See war vollkommen ruhig und erst nach Aufhören des Bebens setzte der alte Seegang wieder ein.

Die bei einem Seebeben gemeldete Temperaturerhöhung des Wassers — Kapitän Short berichtet, dafs er bei einem Seebeben, welches sein Schiff am 17. Juli 1852 im Atlantischen Ozean traf, glaubend, das Schiff sei auf eine Untiefe aufgelaufen, beim Gebrauch des Lothes mit 110 Faden Leine keinen Grund fand, Loth und Lothleine jedoch beim Einholen heifs waren — ist zweifellos einer submarinen vulkanischen Eruption zuzuschreiben, durch welche die Wassermasse erwärmt wurde. Die Bemerkung des Kapitäns, dafs das Meer ringsum wie siedendes Wasser kochte und in nur geringer Entfernung vom Schiff Dampf wie aus einem Schornstein aufstieg, bestätigt diese Annahme.

In gleicher Weise scheint eine beobachtete Trübung oder Entfärbung des Wassers auf Eruptionsprodukte zurückzuführen zu sein

oder auf die Erschütterung des Meeresbodens, welche besonders in geringen Tiefen leicht eine Trübung des Wassers bis zur Oberfläche hinauf zur Folge haben kann.

An sonstigen Begleitphänomenen des Seebebens wird übereinstimmend in fast allen Berichten ein eigenartiges Geräusch oder Getöse hervorgehoben, das bald als ein Rollen, bald als Rasseln oder Brausen, bald als Zischen, Stöhnen oder Heulen bezeichnet wird, bald mit dem Rollen eines über Deck fahrenden schweren Wagens, bald mit dem Grollen eines entfernten Donners oder dem Donner der Kanonen verglichen wird. Der Kommandant Sr. Maj. Schiff „Prinz Adalbert" Kapitän zur See Mensing, welcher auf der Rhede von Ancon am 10. Februar 1885 zwei kurz auf einander folgende, das Schiff merklich erschütternde Stöfse von ca. 10 Sekunden Dauer verspürte, schildert das begleitende Schallphänomen als „ein Geräusch wie des unter Wasser abgelassenen und an die Oberfläche entweichenden Dampfes, welches bald in ein donnerähnliches Gepolter, ähnlich dem Ton reissenden Flufs- oder Stromeises überging."[6]) Stets wird der Schall als aus dem Wasser kommend bezeichnet, meist schwach und dumpf wie in der Ferne verhallend, oft zu einer derartig betäubenden Stärke anwachsend, dafs er die ganze Atmosphäre zu erfüllen schien und Alles übertönte.

Besondere atmosphärische Störungen scheinen mit dem Seebeben nicht verbunden zu sein. Wenn auch in einzelnen Berichten von begleitendem dicken und trüben Wetter, von schwerem bezogenem Himmel die Rede ist, so läfst sich doch kein ursächlicher Zusammenhang mit dem Seebeben erkennen, um so weniger, als dem gegenüber andere Berichte gerade das vollkommen ruhige Verhalten der Atmosphäre, unveränderten Barometer- und Thermometerstand betonen. Ebenso können die Bemerkungen über eine auffallende Unruhe des Kompasses als Ausnahmen betrachtet werden und sind wohl lediglich der mechanischen Wirkung infolge der Erschütterung und der auf das Schiff ausgeübten Stöfse zuzuschreiben, eine Erscheinung, die bei heftigen Bewegungen des Schiffes nicht zu den Seltenheiten gehört.

Ueber die Zeitdauer der Seebeben gehen die Berichte ziemlich weit auseinander; von den von Rudolph gesammelten Beispielen enthalten 105 Zeitangaben, welche zwischen einem Moment und 30 Minuten variiren; relativ am häufigsten sind die Angaben über eine Dauer von 1 bis 5 Minuten vertreten.

[6]) Annalen der Hydrographie 1875. S. 310.

Wenn auch die Zeitnotirungen auf grofse Genauigkeit keinen Anspruch erheben, so läfst sich doch aus denselben der auffallende Schlufs ziehen, dafs die Dauer der Seebeben diejenige der Erdbeben übertrifft.

Ueber Ausdehnung und Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Seebeben sichere Resultate zu erhalten, ist bei dem vorliegenden Beobachtungsmaterial nicht möglich; zu solchen Bestimmungen sind viele gleichzeitige Beobachtungen unerläfslich, während selten mehr als eine uns zu Gebote steht. Diese Schwierigkeit wird sich auch so leicht nicht überwinden lassen, da es als ein besonderer Zufall betrachtet werden mufs, wenn mehrere Schiffe auf See von demselben Seebeben berührt werden. Soweit sich aus dem vorhandenen Material Schlüsse ziehen lassen, ist die Ausdehnung des Schüttergebietes eine verhältnifsmäfsig geringe. Rudolph sucht den Grund hierfür in den vorwiegend vertikalen Stöfsen, in denen sich das Seebeben äufsert. „Es liegt in der Natur der vertikalen Erdbeben, bemerkt er hierzu, und in den Eigenschaften des flüssigen Mediums, durch welches die Stöfse sich verbreiten, begründet, dafs ihre seitliche Fortpflanzung gering ist.“ Den Beweis der beschränkten Wirkungssphäre liefert in erster Reihe die Brigg Wilhelmine, welche am 1. September 1886 in der Mitte des Englischen Kanals von einem Seebeben getroffen wurde, ohne dafs an den angrenzenden nahen Küsten Englands und Frankreichs irgend etwas von demselben gespürt wurde.

Ein Beispiel von einer gröfseren Ausdehnung des Schüttergebietes dagegen gewährt das Seebeben am 31. Dezember 1881 im Meerbusen von Bengalen, welches nicht nur die ganzen Küsten Vorder- und Hinterindiens erschütterte, sondern auch die Andamanen und Nikobaren erreichte, Ceylon und Sumatra berührte; die Schütterfläche dehnte sich von Nord nach Süd etwa 1600, von Ost nach West 1500 Seemeilen aus.

Mehrere gleichzeitige Beobachtungen von Schiffen auf See liegen ferner noch vor über das Seebeben vom 22. Dezember 1884 zwischen den Azoren und Madeira; aus denselben liefs sich eine vorwiegend lineare Fortpflanzung von NO. nach SW. feststellen, im Gegensatz zu der centralen Verbreitung des erwähnten Bengalischen Seebebens; in seinen Wirkungen wurde es wahrgenommen zwischen etwa 15° und 35° W. Lg. und zwischen 31° und 46° N. Br.

Diese beiden Seebeben geben gleichzeitig einigen Anhalt für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Während dieselbe bei dem Azoren-Madeira-Beben zwischen 600 und 1800 m in der Sekunde wechselte,

ist für den Meerbusen von Bengalen eine mittlere Geschwindigkeit von etwa 600 m errechnet worden. Selbstverständlich sind dies alles nur ganz genäherte Angaben, die auf Sicherheit und Genauigkeit keinen Anspruch machen können.

Es möge zum Schlufs noch der die seismischen oder vulkanischen Erscheinungen des Meeres häufig begleitenden oder in ihrem Gefolge auftretenden Seebeben- oder Stofswellen kurze Erwähnung geschehen, die, sich durch grofse Wellenlänge, Periode und Fortpflanzungsgeschwindigkeit auszeichnend, oft die enorme Wasserfläche des Ozeans von einer Seite zur anderen durchlaufen und auf die Küste stofsend gewaltige Verheerungen anrichten. Es ist interessant, dafs schon Thucydides von solchen Wellen und ihren zerstörenden Wirkungen berichtet und ihre Entstehung auf seismische Kräfte zurückführt. Ausführlicher beschreibt bereits Ammianus Marcellinus eine im Jahre 365 n. Chr. bei einem Erdbeben stattfindende Ueberfluthung von Küsten und Inseln, die Tausende von Menschen und unzählige Gebäude hinwegspülte.

Sehr viel genauer sind wir von vielen in neuerer Zeit aufgetretenen Stofswellen unterrichtet, es sei nur an die das Erdbeben von Lissabon am 1. November 1755, das griechische Erdbeben am 26. Dezember 1860, dasjenige von Arica am 13. August 1868, von Iquique am 9. Mai 1877 begleitenden Wellen und schliefslich an die dem Gedächtnifs noch frische Katastrophe in der Sunda-Strafse beim Krakatao-Ausbruch am 26. und 27. August 1883 erinnert. Ob in diesen Fällen gleichzeitig eine Erschütterung oder eine Eruption auf dem Meeresboden stattgefunden, wie wohl anzunehmen, und dadurch die Wellen erzeugt worden sind, oder ob dieselben lediglich der Erschütterung der Festlandsküste ihre Entstehung verdanken, lassen wir vorläufig dahingestellt. Bei dem Erdbeben zu Lissabon brachen vier 5—18 m hohe Wellen über die Küsten herein und zerstörten erbarmungslos Alles, was ihnen in den Weg trat; das Epicentrum des griechischen Erdbebens lag im Golf von Korinth und sandte 3—4 Wogen nach allen Seiten über die umschliefsenden Gestade.

Die Wellen des Erdbebens von Arica überschwemmten in einer Höhe bis zu 17 m die Küsten des Schüttergebietes und durchliefen den Stillen Ozean in ca. 20 Stunden, sich an den Küsten Australiens, Neu-Seelands und auf den Südsee-Inseln deutlich markirend. Ebenso verbreiteten sich die Stofswellen von Iquique über den ganzen Ozean; in Japan wurden Fischer von denselben weggespült, in Neu-Seeland Brücken zerstört und auf den Sandwich-Inseln Niederlassungen über-

schwemmt. Allem bisher Dagewesenen spottet aber in ihren zerstörenden Wirkungen die Katastrophe in der Sunda-Strafse, wo nicht nur bei der vulkanischen Eruption selbst grofse Landstrecken mit Allem, was darauf war, versanken, sondern auch die derselben folgenden Stofswellen die nächst gelegenen Küstenstriche mit ihren blühenden Ortschaften, ihren dichten Wäldern, ihrer tropisch-üppigen Vegetation in weite Trümmerhaufen verwandelten, wovon der Schreiber dieser Zeilen kurz nach dem Unglücksfall sich an Ort und Stelle persönlich zu überzeugen die traurige Gelegenheit hatte.

Die Entstehungsursache dieser Wellen wird theils in einer Niveauschwankung der Küste und des ihr zunächst liegenden Meeresgrundes, theils in einer plötzlichen heftigen Hebung und Senkung einer Stelle des Meeresbodens gesucht, einige Forscher wollen sie durch den Einsturz gröfserer Flächen des Meeresbodens in tiefer gelegene Hohlräume der Erdkruste erklären, während schliefslich noch andere Forscher, wie v. Hochstetter, v. Sonklar und Geinitz die Wellen aus einem den Erdboden in der Nähe der Küste treffenden kräftigen Stofs und dadurch bewirkter Erschütterung desselben herleiten. Rudolph steht allen diesen Theorien ablehnend gegenüber; nach seiner Ansicht kann eine Stofswelle nur durch eine submarine vulkanische Eruption entstehen, sind doch nach den Berichten verhältnifsmäfsig wenige Seebeben wirklich von derartigen Wellen begleitet. Es würde zu weit führen und liegt aufserhalb des Rahmens dieser Zeilen, auf eine Kritik, die Gründe für und wider einzugehen, die Erscheinung selbst, ihre Natur und Wirkungen bleiben dieselben, mögen sie einer eruptiven Thätigkeit des Meeresbodens oder einer blofsen seismischen Erschütterung ihr Dasein verdanken.





Enthüllung des Oppolzer-Denkmals an der Wiener Universität.

Bekanntlich werden in den Arkaden der Wiener Universität die Büsten hervorragender Gelehrter aufgestellt, welche an derselben gewirkt und eine Reihe solcher Büsten ziert bereits die Gänge des Arkadenhofes. Unlängst wurde die Zahl dieser Büsten um ein Doppeldenkmal bereichert, welches zweien der hervorragendsten Zierden der Wiener Universität gilt, dem unvergefslichen Kliniker Johann von Oppolzer und seinem Sohne, dem genialen Astronomen Theodor von Oppolzer.

Die Enthüllung des Denkmals fand am 18. Mai Mittags statt. Lange vor der anberaumten Stunde hatte sich schon eine zahlreiche Versammlung eingefunden. In den ersten Reihen der reservirten Sitze befanden sich die Angehörigen der beiden Gelehrten, während der übrige Theil des reservirten Raumes von einem distinguirten Publikum gefüllt war, unter welchem man Vertreter des Unterrichts-Ministeriums, der Akademie der Wissenschaften u. s. w. und eine grofse Anzahl von Professoren der Wiener Universität bemerkte. Auch Vertreter einiger studentischer Couleurs und des Vereins zur Pflege kranker Studirender hatten dort Aufstellung genommen, während mehrere hundert Studenten in gedrängten Reihen den übrigen Raum der Arkaden ausfüllten. Um 12 Uhr erschien in feierlichem Zuge, unter Vorantritt der Pedelle und der Erstchargirten der studentischen Verbindungen, der Rektor und der akademische Senat, geschmückt mit den Insignien ihrer Würde. Nachdem dieselben sich an ihre Plätze begeben hatten, begann der Rektor Prof. theol. Dr. Pölzl, seine Festrede, von der wir leider nur einen kurzen Auszug geben können. Er leitete dieselbe mit der Bemerkung ein, der akademische Senat habe beschlossen, die Arkaden mit Monumental-Werken auszuschmücken und die Bildnisse solcher Männer aufzustellen, welche an der Alma mater als berühmte Forscher und Lehrer gewirkt.

Heute werde das Denkmal zweier gleichgefeierter Gelehrter enthüllt, der Professoren Dr. Johann und Dr. Theodor Ritter von Oppolzer,

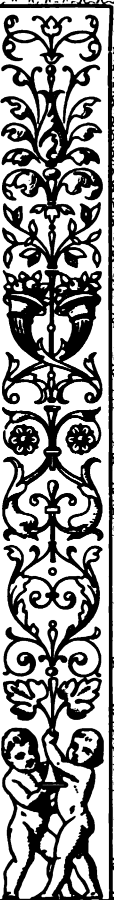
Vater und Sohn. Der Redner schildert nun eingehend den Lebenslauf Johann von Oppolzers, sein Wirken und seine hervorragende Bedeutung in der Wissenschaft, und geht dann mit dem Bibelverse Filius sapiens laetificat patrem zur Skizzirung des Lebens und der Werke Theodor von Oppolzers über.

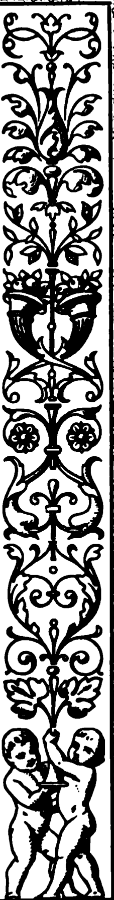
Nachdem er zunächst der biographischen Daten Erwähnung gethan, hebt er hervor, dafs Oppolzer noch als Student der Medizin, welche er auf Wunsch seines Vaters studirte, 56 astronomische Abhandlungen schrieb, dafs er in einem Alter von 28 Jahren bereits korrespondirendes Mitglied der Wiener Akademie der Wissenschaften war und dafs er, um mit den Worten des ihm in dieser Akademie gehaltenen Nachrufes zu sprechen, in einem wahren Siegeslaufe von Erfolg zu Erfolg schreitend, schon in jungen Jahren seinen Namen mit ebenbürtigem Glanze neben den seines grofsen Vaters zu setzen wufste.

Von Oppolzers wissenschaftlicher Thätigkeit bespricht der Redner zunächst sein Lehrbuch zur Berechnung der Planeten und Kometenbahnen, welches bekanntlich weitaus als das hervorragendste Werk auf diesem Gebiete anzusehen sei und welches durch Pasquiers vortreffliche Uebersetzung auch dem französischen Publikum zugänglich gemacht wurde, ferner Oppolzers bahnbrechenpes Wirken für Zwecke der Gradmessung in Oesterreich, dem es zu verdanken sei, dafs im Laufe weniger Jahre eine grofse Anzahl von Längen, Breiten und Schwerebestimmungen durchgeführt wurde, und verweilt besonders bei Oppolzers letztem grofsen Werke, seinem Canon der Finsternisse, dessen Herausgabe er nicht mehr erleben sollte, da es ihm nur mehr vergönnt war, sein brechendes Auge auf den letzten Korrekturbogen seines unsterblichen Werkes zu heften. Beide Gelehrte, die wir heute feiern, konnten von sich sagen: „Exegi monumentum aere perennius". Mit diesen Worten liefs der Rektor die Hülle des Denkmals sinken und dieses letztere, von Tilgners Meisterhand gemeifselt, zeigte der Versammlung die wohlgetroffenen Gesichtszüge von Johann und Theodor von Oppolzer.

Hierauf trat Prof. v. Stoffella vor, um seinerseits als Schwiegersohn und ehemaliger Assistent Johann von Oppolzers und als Schwager Theodor von Oppolzers, eine Gedenkrede zu halten, deren markanteste Stellen wir in Folgendem wiedergeben:

„Johann und Theodor von Oppolzer! Welch heifse Gefühle von Dankbarkeit und Liebe drängen sich um die Wette in meinem Herzen beim Anblick Eurer von Meisterhand geschaffenen Bildnisse! Die höchste Auszeichnung, die einem Gelehrten zu Theil





Das Oppolzer-Denkmal an der Wiener Universität.

werden kann, sie ist Euch heute geworden, nachdem Euch schon im Leben Euer Genius von Triumph zu Triumph getragen, von Triumph zu Triumph Euch eilen liefs.

Indefs nicht die Sucht nach äufseren Ehren, nach Titeln und Auszeichnungen war der Beweggrund Eurer Arbeit, Eures Schaffens, Eurer unermüdlichen Hingebung an die Wissenschaft. Ein Solches hätte Eurer vornehmen Natur widerstrebt. Ihr folgtet vielmehr einem von heiliger Begeisterung getragenen, unstillbaren Wissensdurste, einem inneren Drange, der Natur ihre Geheimnisse abzuringen und die höchste Befriedigung fandet Ihr darin, wenn Ihr die Schätze, die Ihr aus dunklem Schachte an das Licht des Tages gehoben, mit freigebiger Hand an Eure Schüler und Mitmenschen vertheilen konntet.

Ihr theilt Euch nun mit Euren illustren Mitbewohnern dieser Ruhmeshalle unserer Alma mater in die Aufgabe, Wache zu halten über das Palladium der Wissenschaft. Ihr Beide habt die Palme der Unsterblichkeit errungen. Solange eine medizinische Wissenschaft und die erhabene Wissenschaft der Astronomie bestehen werden, so lange wird der doppelt ruhmgekrönte Name des Dioskurenpaares Johann und Theodor von Oppolzer nicht von der Erde schwinden. Euer Name wird fortleben allüberall, wo Adel des Geistes und des Gemüthes zu finden. Derselbe ist vor Vergessenheit bewahrt, denn, wie der Dichter sagt, nur das Gemeine geht klanglos zum Orkus hinab."

Nach dieser Rede, welche auf die Anwesenden einen tiefen Eindruck hervorbrachte, stimmte der akademische Gesangverein einen feierlichen Chor an, der mächtig durch die weiten Räume der Arkaden tönte.

Mit der Niederlegung eines Kranzes mit der Inschrift: „Seinen unsterblichen Gründern, der Verein zur Pflege kranker Studierender", durch die Vertreter dieses Vereins schlofs um 1 Uhr die erhebende Feier.

Wien. Dr. R. Schram.



Gustav Adolph Hirn.

Am 14. Januar dieses Jahres starb im Alter von $74\frac{1}{2}$ Jahren zu Colmar i. E. G. A. Hirn, von Hause aus als Ingenieur und Leiter einer ausgedehnten Baumwollspinnerei und Weberei ein Mann der Praxis, den jedoch die Bedürfnisse der Vervollkommnung industrieller Einrichtungen frühzeitig zum wissenschaftlichen Studium wichtiger Fragen auf den Gebieten der Mechanik und Wärmelehre führten, von

denen er später den Weg bis zu den höchsten und umfassendsten Spekulationen über die Konstitution des Kosmos fand. Hirn war ein völliger Autodidakt von frischester Originalität des Denkens und weitester Universalität der Interessen. Neben einem klaren und energischen Sinn für die Praxis, die er durch seine theoretischen Forschungen erhellte und wesentlich förderte, verband er mit seiner exakten, wissenschaftlichen Denkschärfe auch einen durchaus weitsichtigen, philosophischen Blick, der leider infolge einer durch die naturphilosophische Schelling-Hegelsche Schule verschuldeten und bis auf den heutigen Tag noch nicht ganz überwundenen Abneigung gegen philosophische Spekulationen noch immer gar vielen exakten Naturforschern gänzlich abgeht. Ohne je eine Universität besucht zu haben, war



G. A. Hirn.

Hirn imstande, die schwierigsten Fragen der analytischen Mechanik und der Wärmelehre mathematisch zu behandeln. Sein Name wird an der Seite der J. R. Mayer, Clausius und Joule allezeit mit Bewunderung in der Geschichte der für die Gegenwart so bedeutsam gewordenen mechanischen Wärmetheorie genannt werden, denn wir verdanken ihm die beste und genaueste Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents. Durch mannigfach variirte und sehr verschiedenartige Experimentaluntersuchungen ermittelte er ebensowohl die Wärmemenge, welche durch die Umwandlung einer Arbeitseinheit in Wärmebewegung erzeugt wird, wie er auch umgekehrt den Wärmeverlust des Wasserdampfes in einer Dampfmaschine be-

rechnete, der einer bestimmten von ihm gethanen Arbeitsleistung entspricht. Die in Rücksicht auf die grofsen Schwierigkeiten solcher Bestimmungen völlig befriedigende Uebereinstimmung der auf so entgegengesetzten Wegen gewonnenen Zahlen für den Arbeitswerth der Wärmeeinheit (425 und 412 Kilogramm-Meter) lieferte den experimentellen Nachweis der vollständigen Aequivalenz der beiden Energieformen, die wir als Massenbewegung und als Wärme wahrnehmen. Weitere ausgedehnte Untersuchungsreihen Hirns bezogen sich auf die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch die Wärme und endlich auf die sogenannte spezifische Wärme von Flüssigkeiten und Gasen, d. h. auf die Bestimmung derjenigen Wärmemengen, welche nöthig sind, um die Temperatur der Volumeneinheit eines Stoffes um einen Grad zu erhöhen. Alle diese wichtigen Versuche erforderten nicht blofs an sich bei der Anordnung und Ausführung den gröfsten Scharfsinn, sondern mufsten auch gleichzeitig von theoretischen Erwägungen schwierigster Art begleitet werden. Hirn löste aber diese Probleme durchweg mit solchem Glücke, dafs seine Resultate völlig unübertroffen dastehen. In der „Théorie analytique de la chaleur“ sind die Ergebnisse dieser denkwürdigen Forschungen niedergelegt. —

Seine kosmologischen Studien begann Hirn mit der „Analyse élémentaire de l'Univers“ und durch die 1872 herausgegebene Schrift: „Le Monde de Saturne, ses conditions d'existence et de durée“ ward er bald in der astronomischen Welt aufs Vortheilhafteste bekannt. Hier wies nämlich Hirn mit zwingenden Argumenten nach, dafs die Saturnringe weder feste, noch auch flüssige Ringe sein können, sondern aus einer grofsen Menge getrennter kleiner Körperchen zusammengesetzt sein müssen. Schon längere Zeit vor Hirn hatte zwar Maxwell dieselbe Theorie der Constitution der Saturnringe aufgestellt, die bekanntlich [1]) neuerdings durch die Beobachtung auch glänzend bestätigt worden, aber Hirn hat dieselbe unabhängig gefunden und durch neue Beweisgründe vertieft. — Im Jahre 1884 bestimmte Hirn dann die Temperatur derjenigen Schichten des Sonnenkörpers, aus denen die Protuberanzen hervorbrechen, auf mindestens 2 Millionen Grad Celsius vermittelst einer höchst geistvollen, allerdings auch schon vor ihm von Zöllner angewandten Methode.[2]) Die Höhe, bis zu welcher die Wasserstoffmassen emporgeschleudert werden, und die Geschwindigkeit dieses Wurfes gestatten nämlich auf Grund der Lehren der mechanischen Wärmetheorie einen derartigen Rückschlufs ohne

[1]) Vgl. Himmel und Erde. I. S. 399.

[2]) Vgl. L'Astronomie, t. III., p. 334.

irgend welche direkte Bestimmung der Sonnenstrahlung, und Hirn war sicherlich die geeignetste Persönlichkeit, jene physikalischen Lehren, die er selbst mit hatte aufbauen helfen, auf ein kosmisches Problem mit Erfolg anzuwenden. — Während der letzten Lebensjahre beschäftigten allgemeinere Studien, zum Theil philosophischer Art, den lebhaften Geist des noch jugendfrischen Greises. In dem jüngst erschienenen, hochbedeutsamen Werke: „Constitution de l'Espace céleste"[3]) legte er ein Résumé derjenigen Gedanken nieder, die ihn zuletzt beschäftigten. Unter Anderem unterzieht er darin die bisher üblichen Anschauungen über den die Beziehungen der Weltkörper unter einander vermittelnden Aether einer genauen Kritik, deren Entscheidung dahin ausfällt, dafs derselbe ein materieller Stoff, etwa ein im höchsten Verdünnungsgrade befindliches Gas, nicht sein könne, denn sowohl die Annahme der Ruhe, als auch die einer um die Sonne als Mittelpunkt sich vollziehenden Drehbewegung führe zu Konsequenzen, welche der Erfahrung widersprechen. Hirn kommt dadurch zu der Ansicht, dafs dem Aether die allgemeinen Eigenschaften der Materie nicht zukommen, dafs er also eine ganz eigenartige Substanz, ein „dynamisches Element", darstelle, das unseren gewöhnlichen physikalischen Untersuchungsmethoden nicht zugänglich ist. —

In philosophischer Hinsicht war Hirn enschiedener Spiritualist, und er vertrat diesen Standpunkt unbeirrt und unerschrocken dem gegenwärtig unter exakten Forschern so weit verbreiteten Materialismus gegenüber. In diesem Sinne schrieb er über „La Vie future et la science moderne", sowie seine „Réfutation scientifique du matérialisme" Ein persönlicher Schöpfer, sowie auch die Unsterblichkeit der Seele waren für Hirn Annahmen, welche das menschliche Denken nicht entbehren könne. —

An äufseren Ehrenbezeugungen fehlte es Hirn nicht, obwohl ihm eine fast übertriebene Bescheidenheit eigen war. 1865 wurde er auf Leverriers Vorschlag zum Ritter der Ehrenlegion ernannt, das Institut de France machte ihn ebenso, wie viele andere gelehrte Akademien, zum korrespondirenden Mitgliede; die Berliner physikalische Gesellschaft krönte seine ersten Arbeiten mit Preisen, und die Akademie in Bologna ernannte ihn zum Ehrendoktor, während ihm der Kaiser von Brasilien das Grofskreuz des Rosenordens übersandte. Wohl freuten ihn diese Anerkennungen, aber sein Geist flog zu hoch, als dafs er

---

[3]) Eine eingehendere Besprechung wird dieses Werk im bibliographischen Theil eines unserer nächsten Hefte erfahren.

nach ihnen gestrebt hätte; denn Hirn war nicht blofs ein genialer Gelehrter, sondern zugleich ein edler Mensch und ein lauterer, selbstloser Charakter. Dr. F. Koerber.



Astronomische Thätigkeit zweier Privatsternwarten.

Ein kürzlich erschienener Sternwartenjahresbericht[1]) giebt uns Gelegenheit, der mehr als 30jährigen fruchtbaren Mitwirkung eines Liebhabers der Astronomie auf dem Gebiete der Beobachtungen zu gedenken. Es ist dies Herr John Tebbutt, welcher nahe der Stadt Windsor in Neu-Süd-Wales, auf einer Halbinsel ein Observatorium errichtet hat. Mr. Tebbutt fing in den sechziger Jahren an, mit ganz bescheidenen Mitteln, nämlich einem Sextanten, einer Uhr und einem kleinen Fernrohr, beobachtende Astronomie zu treiben; Zweck war die Selbstbelehrung und die Bekanntmachung neuester astronomischer Fortschritte in den australischen Tagesblättern. Allmählich vergrösserte er seinen Instrumentenpark und errichtete 1863 ein kleines Observatorium. 1864 besafs er nur einen 2-zölligen Refraktor und seit 1872 ein Cooksches Fernrohr von $4^1/_2$ Zoll Objectivöffnung. Trotz dieser geringen optischen Mittel entfaltete Tebbutt eine überaus reiche Thätigkeit. Die Kometen bilden das Hauptobjekt derselben. Mit seinem $4^1/_2$-Zöller lieferte er sehr brauchbare Beobachtungsreihen der meisten jener Kometen, die seit 1862 am Südhimmel erschienen sind. Den Enckeschen Kometen fand er bei dessen Rückkehr 1865 und 1878 auf, desgleichen den Brorsenschen Kometen 1879; den dritten Kometen von 1881 entdeckte er selbstständig, den Julikometen 1881 unabhängig von Schaeberle, und den September-Kometen von 1882 beobachtete er als einer der ersten. Erst seit den letzten 5 Jahren ist er im Besitz eines gröfseren Instrumentes, eines 8-Zöllers von Grubb; im Jahre 1879 hat er an Stelle des früheren provisorischen Observatoriums einen festen Bau errichtet. Sehr zahlreiche Beobachtungen hat Mr. Tebbutt ferner namentlich über Sternbedeckungen und Jupitersatellitenverfinsterungen geliefert; um mehrere südliche Veränderliche, besonders den Stern η Argus (den er seit 1854 beobachtet) und R Coronae, hat er sich bleibende Verdienste erworben. Für die Bahnen südlicher Kometen ist Mr. Tebbutt auch rechnerisch thätig gewesen; seit 1862 macht er tägliche meteorologische Beobachtungen; hierzu kommt aufserdem seine reichhaltige

[1]) Report of Mr. Tebbutts Observatory, for the year 1889. Sydney 1890.

populärwissenschaftliche Thätigkeit für die Zeitungen der Kolonie; seit 1854 hat er dem Empire, Daily Telegraph, den Evening News und besonders dem Herald, dessen astronomischer Korrespondent er bis in die neueste Zeit ist, mehr als 300 Berichte, Artikel u. dgl. zugewiesen. Er weckte durch diese Art Thätigkeit ein lebhafteres Interesse der Kolonisten für die Himmelsforschung und erhoffte durch sie die Ausführung seines Planes, nach dem Vorbilde der nordamerikanischen Kometenentdecker auch in Australien einen Verband freiwilliger Mitarbeiter zur systematischen Nachsuchung nach Kometen des Südhimmels bilden zu können; indessen hat er hierin bis jetzt keinen Erfolg gehabt. Mr. Tebbutt hat keinen Assistenten und besorgt seine Sternwarte selbst; er findet an seinem Wohnsitze keinerlei brauchbare Hülfskräfte hierfür. Er macht nicht nur seine zahlreichen Beobachtungen an 2 Refractoren und die wöchentlich mehrmaligen Zeitbestimmungen am 3-zölligen Durchganginstrumente, sondern reduzirt auch alle diese und die meteorologischen Observirungen, und findet aufserdem noch die Zeit zu publizistischen Mittheilungen und zur Herausgabe regelmäfsiger Jahresberichte seines Observatoriums. So unermüdlich ist ein Mann thätig, der weder durch Gehalt noch durch Stellung zu solchen Leistungen irgendwie verpflichtet ist. — Eine würdige Parallele zu dieser Thätigkeit bietet in Deutschland Baron Engelhardt in Dresden. Baron Engelhardt, ein Russe von Geburt, errichtete 1877 in der Leubnitzstrafse zu Dresden ein Observatorium und verlegte dasselbe 1879 in einen sehr eleganten Villenanbau in der Liebigstrafse. Er besitzt daselbst einen vorzüglichen 12-zölligen Refraktor von Grubb, in einem Drehthurm aufgestellt, ein Cooksches Passageinstrument von 1″9 Oeffnung und ein gebrochenes Durchganginstrument von Bamberg (2″6 Oeffnung), in einem Meridiananbau untergebracht, zwei Kometensucher von 6 und $3^1/_2$″ Oeffnung, auf der Plattform in Häuschen aufgestellt, Uhren etc. Baron Engelhardt führt ebenfalls alle seine Beobachtungen ohne Beihülfe aus und ist ausschliefslich Observator; er gehört zu den nicht sehr zahlreichen Astronomen, welche namentlich die Kometen eifrig und so lange, als diese für die Kraft ihrer Fernröhre zugänglich bleiben, verfolgen und deren continuirliche Beobachtungsreihen gerade aus diesem Grunde für die Rechnung einen grofsen Werth erhalten. Der erste Band seiner Beobachtungen[3]) enthielt die Messungsresultate von 17 Kometen, 66 Planeten und 100 Nebelflecken.

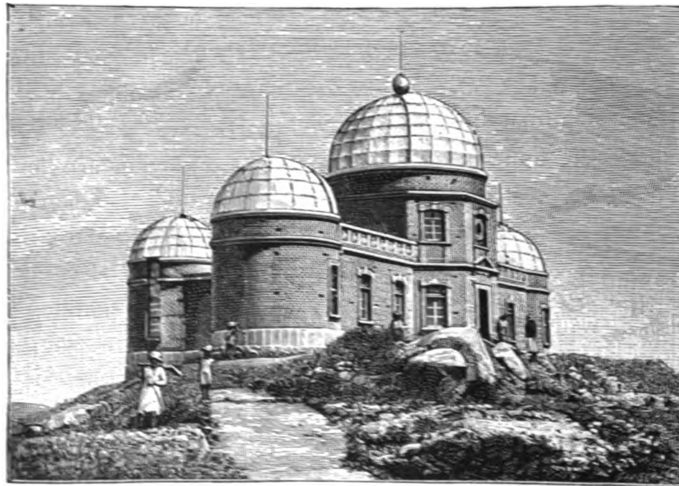
[3]) Observations astronomiques faites par B. D'Engelhardt dans son observatoire à Dresde. 1886. I. partie.

Der zweite eben erschienene Band (1890) bringt die Messungen von weiteren 204 Nebeln, 17 Kometen, 3 Planeten, ferner Distanz- und Winkelmessungen ausgewählter Begleitsterne des Bradleyschen Sternkataloges, die Positionsbestimmungen von 22 Doppelsternen, 14 mikrometrische Bestimmungen von Vergleichsternen und die im Jahre 1887 von Engelhardt gemachten Messungen der Saturnsatelliten. — Solche Beispiele, hervorgegangen aus selbstlosester Hingabe an die Wissenschaft, verdienen wohl Nachahmung!



Das Observatorium auf Madagaskar.

Die neue Sternwarte, welche aus Privatmitteln begründet worden ist, verdankt ihre Entstehung im besondern den beharrlichen Be-



Das Observatorium auf Madagaskar.

mühungen des französischen Generalresidenten auf Madagaskar, Herrn Le Myre de Vilers, der die bezüglichen Bestrebungen seines Landsmanns, des Paters Colin,[1]) aufs lebhafteste unterstützte.

Das stolze, aus Quaderstein aufgeführte, mit vier grofsen Kuppeln versehene Gebäude erhebt sich auf dem Gipfel einer mächtigen Bergkuppe des ausgedehnten Ankaratra-Gebirges in der bedeutenden Höhe von 1400 Meter über dem Meeresspiegel, unweit der Ruinen des alten Ortes Ambohidempona. Die Entfernung des Ob-

[1]) Siehe C. R. vol. 110 p. 638.

servatoriums von der Haupt- und Residenzstadt auf Madagaskar, Tananariva,[2]) beträgt nur einige Kilometer. Colin, der Direktor dieser neu errichteten Sternwarte, hat sich bereits als wissenschaftlicher Organisator bewährt, indem er, abgesehen von einer regen astronomischen Thätigkeit, einen regulären meteorologischen Beobachtungs-Dienst an verschiedenen Punkten der Insel, in Tamatava, Fianarantsoa, Majunga, Diego Suarez, Mananjary, Arivonimano und auf der Festung Dauphin eingerichtet hat. Die hier angestellten Beobachtungsreihen eröffnen uns die Kenntnifs des noch wenig studirten madagaskarischen Klimas und geben uns gleichzeitig Anhaltspunkte zur Beurtheilung des allgemeinen Verlaufs der meteorologischen Erscheinungen in den umliegenden Meeren. Zum Zwecke erdmagnetischer Untersuchungen ist die Aufstellung eines Magnetographen in Vorbereitung. Hiernach dürfen wir, nach Fertigstellung der inneren Einrichtung der Sternwarte, auch werthvolle astronomische Beiträge erwarten.

Es ist zu hoffen, dafs die von Mascart bei der französischen Akademie beantragte Unterstützung dem jungen Institut bald gewährt werde. Gern werden wir unsern Lesern zur Zeit von der Thätigkeit der Sternwarte, der wir eine gedeihliche Entwickelung wünschen, berichten.

Archd.



Die Festschrift der Sternwarte Pulkowa.

Bereits im ersten Jahrgange unserer Zeitschrift (S. 611) haben wir der auf den August des vorigen Jahres fallenden 50jährigen Jubelfeier des berühmten kaiserlich russischen Observatoriums zu Pulkowa bei Petersburg mit einigen Worten gedacht und S. 702 eine kurze Beschreibung des neuen Rieseninstrumentes der Sternwarte, ihres 30zölligen Refraktors, gegeben. Aus der kürzlich an die verschiedenen Observatorien zur Versendung gelangten Schrift „Zum 50jährigen Bestehen der Nicolaihauptsternwarte“ entnehmen wir noch folgende Mittheilungen.

Als Gesamtkosten für das Instrument und den Thurmbau waren ursprünglich 300000 Rubel angesetzt worden. Da es nicht gelungen war, der Glasmasse für das Objektiv die gewünschte Dicke zu geben,

[2]) Die Einwohnerzahl von Tananariva, auch Antananariva genannt, wird neuerdings auf 100 000 angegeben.

mufste die Fokaldistanz anders angenommen werden, als beabsichtigt war, das Fernrohr wurde um 5 Fufs länger gehalten, die Dimensionen des Thurmes mufsten gröfser gewählt werden. Auch die sich hierdurch ergebende Nachtragsforderung hat der Kaiser bewilligt. Für das Objektiv sind an Clark in Cambridgeport 32000 Dollars gezahlt worden. Die optische Kraft des grofsartigen Instrumentes ist nach den in der Festschrift mitgetheilten Prüfungen eine ganz aufserordentliche. So sind Burnhams Doppelsterne, meist schwache Sternchen in der Nähe heller Sterne, und sonst sehr schwierig zu messende Objekte, in dem Pulkowaer Dreifsigzöller ausnahmslos mefsbar. Der Neptuntrabant, sowie die Saturnmonde Enceladus und Mimas, selbst für den Washingtoner 26-Zöller keine leichten Gegenstände, bieten keine Schwierigkeit. Die Trabanten des Mars, bekanntlich mit dem Washingtoner Refraktor entdeckt, konnten bei der sehr ungünstigen Opposition von 1886 an 15 Abenden beobachtet werden. Die Festschrift enthält den Plan und die technische Beschreibung des von Repsold in Hamburg meisterhaft montirten Instrumentes, sowie die Bestimmung der zu den Messungen nöthigen Konstanten von Hermann Struve.

Eine interessante Zugabe bringt die Festschrift durch die Beschreibung des 1886 eingerichteten astrophysikalischen Laboratoriums. Das bei der Sternwarte erbaute, aus Souterrain, Erdgeschofs und einem Stockwerke bestehende stattliche Gebäude enthält ein Dunkelzimmer zum Entwickeln der photographischen Platten, einen hellen Raum mit Apparaten zu Mafsvergleichungen, Ausmessen der astronomischen Photographien, einen grofsen Saal für spektralanalytische Untersuchungen mit Zuleitung des Sonnenlichtes durch einen Heliostaten, asphaltirte, mit steinernen Tischen und Trögen, Wasserleitung und Elektrizität versehene Laboratoriumsräume, ferner die Wohnungen für den Astrophysiker und seinen Assistenten, sowie eine Dampfmaschinenanlage für den Betrieb zweier Dynamos und einer Batterie Akkumulatoren. (Die letzteren liefern auch die Kraft für die Bewegung des 50000 Kilo schweren Refraktorthurmes.)

Die Festschrift giebt ferner einen Ueberblick der Wirksamkeit des Observatoriums in den letzten 25 Jahren, sie führt die Astronomen auf, welche innerhalb dieses Zeitraumes auf der Sternwarte thätig gewesen sind, und jene Offiziere, die dort ihre praktische Ausbildung in geodätischen Arbeiten erhalten haben. Ein glänzendes Zeugnifs des regen, echt wissenschaftlichen Geistes, der die Sternwarte belebt, giebt die Beilage, welche die von den Mitgliedern der Sternwarte seit

1864 publizirten Aufsätze, Abhandlungen und gröfseren Druckschriften enthält. Unter den 389 zitirten Publikationen finden sich Arbeiten allerersten Ranges; wir nennen nur Otto Struves Schriften über Doppelsternmessungen und Parallaxenbestimmungen, Astens und Backlunds Untersuchungen über den Enckeschen Kometen, Nyréns Bestimmung der Aberrationskonstante, Gyldéns Studien auf dem Gebiete der Störungstheorie, Hasselbergs zahlreiche Untersuchungen über Spektroskopie u. dgl. Hierzu kommen die laufenden Arbeiten der Sternwarte, von denen ein Theil durch die seit 1869 erchienenen 14 Bände der Sternwarte-Annalen ihre Veröffentlichung erhalten hat; diese Bände umfassen tausende von Beobachtungen, namentlich von Sternpositionen, die am grofsen Meridiankreise der Sternwarte gemacht worden sind; sie gehören zu dem Besten, was die Astronomie in der Mefskunst aufzuweisen hat und bilden für sich ein unvergängliches Denkmal astronomischer Beharrlichkeit und Genauigkeit.



Die Sonnenfinsternifs des Schu-king.

Als eines der ältesten Denkmäler der Kultur des chinesischen Volkes ist bekanntlich die Beobachtung jener grofsen Sonnenfinsternifs anzusehen, die in dem Geschichtswerke Schu-king unter dem Kapitel „der Strafzug des Yin" berichtet wird und deretwegen die beiden Hofastronomen Hi und Ho ihr Leben verlieren mufsten. Die merkwürdige Stelle lautet: „Da waren Hi und Ho. Diese haben ganz ihre Tugend zerstört, waren in Trunk und Wein versunken und haben die Pflichten ihres Amtes verletzt und ihre Posten verlassen. Sie haben die Verwirrung des Himmels nicht gerechtfertigt, indem sie sich ihrer eigenen Obliegenheiten begaben. Am ersten Tage des letzten Herbstmonats stimmten Sonne und Mond nicht gehörig im „Fang". Die blinden Musiker rührten ihre Trommeln, die niederen Beamten und das Volk rannten umher. Hi und Ho, ganz unnütz in ihren Aemtern, hörten nichts und wufsten nichts, so waren sie völlig vom Wege ihrer Pflicht, von den Erscheinungen des Himmels abgeirrt. Deshalb wurden sie dem von den früheren Königen bestimmten Tode überliefert, denn die Gesetze sagen: wenn sie der Zeit vorauseilen, verdienen sie den Tod ohne Gnade, wenn sie hinter der Zeit sind, so sollen sie gleichfalls dem Tod verfallen sein".

Dafs es sich hier um eine sehr alte, jedenfalls bedeutende Sonnenfinsternifs handelt, darauf weisen drei Umstände: erstens ist dort von

Ereignissen unter Kaiser Tschung-Khang (ungefähr zwischen 2158 bis 1952 vor Christi) die Rede, zweitens deutet das „Nichtübereinstimmen“, die „Unruhe“ (nach andern Uebersetzungen) von Sonne und Mond im Planetenhause „Fang“ (etwa die Sterngegend bei β, δ, π Scorpii umfassend) auf eine Finsternifs; und drittens deutet auf eine solche Finsternifs die uns vielleicht auf den ersten Blick fremdartige Ceremonie des Trommelns, Laufens und Spektakelns, die aber nicht auffällig wird, wenn man daran denkt, dafs nach chinesischen (überhaupt ostasiatischen) Vorstellungen der grofse „Drache“ die Sonne bedroht und verschlingen will, darum mit Spektakel vertrieben werden mufs. Verschiedene Astronomen haben durch Rechnung versucht, das Datum der Schu-king-Finsternifs festzustellen. Die umsichtigste und beste Behandlung des interessanten Gegenstandes gab Oppolzer; er entschied sich für die Finsternifs des 21. Oktober 2137 vor Chr.

Die Sache hat nun neuerdings eine Untersuchung erfahren, indem ein perfekter Kenner des Chinesischen, Professor Schlegel in Leyden, sich mit einem Astronomen, der zugleich das Chinesische beherrscht, Dr. Frz. Kühnert in Wien, verbunden hat. Aus der gemeinsamen Arbeit [1]) der beiden Gelehrten geht zunächst über die Deutung der dunklen astronomischen Stelle des oben zitirten Satzes hervor, dafs derselbe jedenfalls so zu verstehen ist: „die Himmelskörper wurden im Planetenhause Fang bedrängt“ (durch den Drachen), dafs es sich also gewifs um eine beobachtete Sonnenfinsternifs handelt. Die bisher von den Rechnern angenommene Jahreszeit der Finsternifs, nämlich Herbst (der neunte Monat des chinesischen Jahres, etwa Oktober) aber wird ganz in Frage gestellt durch eine Stelle in den Annalen „Tschuen“ von Tso-khiu-ming. Dort ist eine Auseinandersetzung darüber geführt, zu welcher Zeit des Jahres bei einer etwa vorfallenden Sonnenfinsternifs die bewufsten Ceremonien des Lärmens u. dgl. zu machen sind. Der Sprecher sagt ungefähr: „Wenn der Sonne, dem Monde und den Planeten Unheil zustöfst (d. h. vornämlich Finsternisse), nachdem die Sonne die Frühlingsgleiche passirt hat und bevor sie die Sonnenwende erreicht, legen alle Beamten ihre feine Kleidung ab, der Fürst nimmt keine volltändige Mahlzeit ein und zieht sich aus seinen Prunkgemächern zurück, bis der Zeitpunkt der Finsternifs vorüber ist. Die Musiker schlagen die Trommeln, der Priester opfert Seidenstücke und der Geschichtschreiber hält eine Rede. Deshalb heifst es in den Büchern der Hia:

---

[1]) G. Schlegel und F. Kühnert: Die Schu-king-Finsternifs. (Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wissensch. zu Amsterdam. 1889).

Sonne und Mond waren nicht ruhig im Planetenhause. Die Blinden (Musiker) rührten ihre Trommeln, die niedern Beamten galoppirten und das gemeine Volk lief umher. Dies wird gesagt vom ersten Tage des Monats, dem 4. der Hia, welcher der erste Sommermonat genannt wird." Im 4. Monat der Hia wäre die Sonne etwa im Zeichen der Zwillinge gewesen. Herr Kühnert sucht deshalb alle jene Finsternisse auf, die zwischen Frühjahr- und Sommeranfang während der Zeit von 2200 bis 1900 vor Chr. für die wahrscheinliche Residenz des Kaisers Tschung-Khang, nämlich Ngan-yi oder Tschin-sin in der Provinz Ho-nan (nicht Tschin-sin in Schan-tung, wie bisher angenommen wurde) von Bedeutung gewesen sind. Von den 34 möglichen konveniren den Umständen nur 2, nämlich eine vom 7. Mai 2165 bei Sonnenaufgang in Ngan-yi und Tschin-sin mit der Phase von $10^1/_3$ Zoll (1 Zoll = $^1/_{12}$ Sonnendurchmesser) sichtbar, und eine zweite vom 12. Mai 1905 in den Vormittagstunden an beiden Orten total gewesene Finsternifs. Die weiteren Erwägungen sprechen nur für die erste Finsternifs. In dem Zeitalter, von dem hier die Rede ist, waren bei den Chinesen für die Bestimmung des Sommers die kosmischen Untergänge der Gestirne im Gebrauch, d. h. betreff des Sternbildes „Fang" der Tag für den Sommeranfang entscheidend, an welchen man Morgens das Sternbild vor Sonnenaufgang untergehen sah. Die Sonnenlänge, welche dem kosmischen Untergange des „Fang" im Jahre 2165 entspricht, war 25 Grad; am Finsternifstage, den 7. Mai 2165, betrug die Sonnenlänge 26.7 Grad, so dafs der Neumond nach dem kosmischen Untergange eintrat und der Finsternifstag der erste des ersten Sommermonats wurde. Die Beobachtung des kosmischen Unterganges kann um mehr als einen Tag unsicher werden, und gerade um die kritische Zeit des Jahres 2165 hatten die Hi und Ho nach der Beobachtung des vorhergehenden Jahres den kosmischen Untergang auf den 7. Mai zu setzen, so dafs sie diesen Tag als den ersten des letzten Frühlingsmonats bezeichnen mufsten, während nach der Beobachtung im Jahre 2165 der 7. Mai der erste des ersten Sommermonats ward, eine Zeitverwirrung, welche die Chinesen sofort bemerkten, als unvermuthet die Sonnenfinsternifs eintrat. Das Amt der Hi und Ho aber war vom Kaiser Yao dazu bestimmt worden „in den Beobachtungen und Rechnungen mit dem Himmel in Uebereinstimmung zu bleiben, die Bewegungen von Sonne und Mond vorauszubestimmen und auf Grund dessen dem Volke eine richtige Jahreseintheilung (Kalender) zu geben." Die Hi und Ho dieses Amtes unter Kaiser Tschung-Khang verloren ihre Köpfe

wegen Mangel an einer sicheren Methode zur Feststellung des Kalenders.



Schiaparellis Forschungen über die Rotation der Venus.

Nachdem Professor Schiaparelli seine epochemachenden Untersuchungen über die Rotation des Merkur zum Abschlufs gebracht hatte[1]), war auch sein Zutrauen zu den bisherigen Bestimmungen der Umdrehungszeit der Venus in erheblichem Mafse erschüttert worden und er beschlofs darum, alle bis jetzt zur Klärung dieser Frage angestellten Forschungen einer sorgfältigen und genauen Kritik zu unterziehen. In fünf aufeinander folgenden umfangreichen Noten hat er nun das Ergebnifs dieser mühevollen Arbeit vor dem kgl. lombardischen Institut[2]) ausgesprochen und wir beeilen uns, über diese hochwichtige Studie unseren Lesern kurz zu berichten. Die ersten Astronomen, welche die Umdrehungszeit der Venus zu bestimmen versuchten, waren Giov. Dom. Cassini, Bianchini und Jac. Cassini. Indessen waren die Beobachtungen einzelner dunkler Flecken auf der Planetenscheibe, welche damals gelangen, zu selten, um eine sichere und von Willkürlichkeiten freie Bestimmung der Rotationsperiode zu ermöglichen, denn wenn es selbst möglich geworden wäre, einen beobachteten Flecken mit einem früher gesehenen sicher zu identificiren, so blieb doch bei nur zwei derartigen Wahrnehmungen die Zahl der inzwischen erfolgten ganzen Umdrehungen völlig unbekannt. So konnte Bianchini auf eine Dauer von mehr als 24 Tagen mit demselben Rechte schliefsen, wie die beiden Cassini auf eine solche von etwas weniger als 24 Stunden. Auf Grund einer in der zweiten und dritten Note ausgeführten kritischen Beleuchtung der Beobachtungsreihen von Schröter, Flaugergues, Hussey und de Vico ergab sich dann ein ebenso negatives Resultat, obgleich diese Forscher selbst infolge voreiliger Schlüsse sich fest davon überzeugt hielten, die Umdrehungszeit der Venus mit Sicherheit bestimmt zu haben.[3]) Vom 5. November 1877 bis zum 7. Februar 1878 stellte nun Schiaparelli selbst mit dem 8-Zöller der Mailänder Sternwarte eine schöne Beobachtungsreihe an, über welche die vierte Note berichtet. Die in dieser Zeit gemachten Wahr-

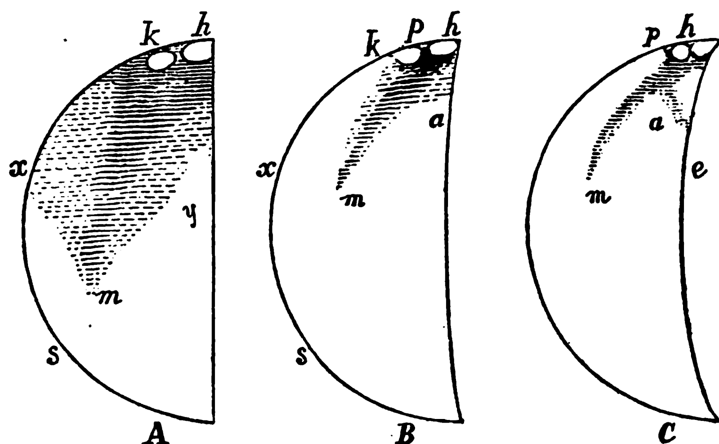
---

[1]) Vgl. Himmel und Erde, II, S. 242.

[2]) Rendiconti del R. Instituto Lombardo. Serie II. Vol. XXIII.

[3]) Nach Schröter sollte die Periode $23^h\ 21^m\ 19^s$, nach de Vico aber $23^h\ 21^m\ 21^s,9$ betragen.

nehmungen, die übrigens durch gleichzeitige Beobachtungen von Holden[4]) in Washington, Niesten in Brüssel und Trouvelot in Cambridge U. S. vollauf bestätigt sind, beziehen sich auf zwei helle Flecken an dem südlichen Horn, einen dazwischen liegenden tiefdunklen Schatten und einen dunklen Streifen, welcher von diesen Flecken nach Norden zu ausging. Unsere Reproduktion der von Schiaparelli gegebenen Abbildung läfst die langdauernde Constanz in der Lage jener Fleckengebilde deutlich erkennen.



Aussehen der Venus
A am 9. Dezember; B am 14. Dezember; C am 21. Dezember 1877.

Die von Bianchini und de Vico angegebenen Rotationsperioden sind völlig ungeeignet, diese Wahrnehmungen zu erklären und auch eine Periode von fast genau 24^h wird durch die am 15. Dezember 1877 etwa 8 Stunden nach der Schiaparellischen Beobachtung von Holden entworfene, völlig identische Zeichnung, sowie durch die während dreistündiger Beobachtungsdauer unverändert bleibende Lage des ausgedehnten Streifens m ausgeschlossen. Die Umdrehung mufs vielmehr nach diesen Beobachtungen eine sehr langsame sein und die Annahme der Uebereinstimmung von Rotation und Revolution genügt hier, wie bei Merkur, allen bis jetzt vorliegenden Wahrnehmungen, wenn auch die Veränderlichkeit und Unbeständigkeit der auf der Venus sich zeigenden Flecken hier nicht denselben Genauigkeitsgrad in der Bestimmung der Periode erreichen läfst, der bei Merkur und dem Monde möglich war. Im übrigen fand Schiaparelli sein Resultat durch Beobachtungen

[4]) Diese Nachsuchungen nach Beobachtungen anderer Forscher wurden wesentlich von Terby in Louvain unterstützt, dem sich Schiaparelli darum zu Dank verpflichtet fühlt.

ähnlicher Gebilde von Gruithuisen (1813), Vogel (1871) und Denning (1881) vollauf bestätigt. — Am Schlusse der fünften Note faſst Schiaparelli die Endergebnisse der eben besprochenen Ausführungen in acht Thesen zusammen, die wir am zweckmäſsigsten noch in wörtlicher Uebersetzung anfügen:

1. Die Rotation der Venus ist eine sehr langsame und geschieht in der Weise, daſs die Lage ihrer Flecken in Bezug auf die Lichtgrenze während eines ganzen Monats keinen wahrnehmbaren Veränderungen zu unterliegen scheint.

2. Aus den wenigen Beobachtungen wohlbegrenzter Flecken, die sich haben zusammenstellen lassen, ergiebt sich als sehr wahrscheinliches Resultat, daſs die Rotation in 224,7 Tagen einmal vollendet wird, d. h. in einem Zeitraum, der genau mit der siderischen Umlaufszeit des Planeten übereinstimmt, und daſs die Axe der Umdrehung nahezu senkrecht auf der Bahnebene steht.

3. Es bleibt jedoch die Möglichkeit einer gewissen Abweichung der wahren Verhältnisse von den eben angegebenen nicht völlig ausgeschlossen. Derartige Abweichungen könnten, was die Rotationsdauer betrifft, den Betrag von einigen Wochen erreichen, sodaſs also im strengen Sinne des Wortes Perioden, die nicht kleiner als sechs und nicht gröſser als neun Monate wären, mit den bisher vorliegenden Beobachtungen noch vereinbar sein würden. Was die Richtung der Rotationsaxe anlangt, so würde eine Abweichung von 10^0 bis 15^0 von der zur Bahnebene senkrechten Lage noch möglich bleiben.

4. Umdrehungszeiten, die nur wenig von 24 Stunden abweichen, sind gänzlich ausgeschlossen. Die Beobachtungen von Domenico Cassini werden leichter durch die Annahme einer Rotationsdauer von 224,7 Tagen erklärt, als durch eine solche von 24 Stunden. Die Rotationsperiode von $23^h\ 21^m$ (oder $23^h\ 22^m$), welche von Jacob Cassini vorgeschlagen wurde und die dann Schroeter und de Vico durch ihre Beobachtungen bestätigt zu haben meinten, ist das Endresultat einer Reihe von Irrthümern und Trugschlüssen.

5. Die schnellen Veränderungen, welche sich nach den Aufzeichnungen einiger Beobachter in dem Anblick des Planeten (und besonders seiner Hörner) periodisch in Zwischenräumen von ungefähr 24 Stunden wiederholen, können nicht zum Beweise einer nahezu gleich lange dauernden Umdrehungszeit angerufen werden; vielmehr haben solche Veränderungen ihre Ursache in den verschiedenen Sichtbarkeitsbedingungen, die von der wechselnden Höhe des Gestirns über dem Horizont und von der ebenfalls wechselnden Helligkeit des Him-

melsgrundes abhängen: Verhältnisse, die zum grofsen Theil nach je 24 Stunden wieder zu dem gleichen Zustande zurückkehren.

6. Die Beobachtungen von Bianchini hatten zu schlecht begrenzte Schatten zum Gegenstande, als dafs es möglich gewesen wäre, aus ihnen die Rotationszeit mit Sicherheit abzuleiten. Gleichwohl erkannte Bianchini sehr wohl eine Thatsache, die auch aus den sichereren neueren Beobachtungen hervorgeht, dafs sich nämlich solche diffuse Schatten von einem Tage zum andern ziemlich wenig verändern; und wenn er aus seinen Wahrnehmungen irrige Elemente ableitete, so geschah dies, weil er die sehr langsamen Aenderungen im Aussehen der Flecken, welche durch den Wechsel der atmosphärischen Zustände auf der Venus bedingt sind, fälschlich der Rotation zuschrieb.

7. In den südlicheren Theilen des Planeten treten mitunter sehr wohl begrenzte, helle wie dunkle Fleckenbildungen auf, welche sich (soweit sich dies aus den wenigen bis jetzt vorliegenden diesbezüglichen Wahrnehmungen beurtheilen läfst) von Zeit zu Zeit unter der gleichen Form zu wiederholen scheinen. Man kann sonach vermuthen, dafs diese Bildungen in Beziehung stehen mit Ursachen, welche au der Oberfläche der Venus einen festen Platz behaupten. Fortgesetzte, fleifsige Beobachtungen dieser Erscheinungen, angestellt mit geeigneten Instrumenten, werden wahrscheinlich dereinst eine exakte und bestimmte Lösung des Problems der Venusrotation liefern.

8. Wichtig ist andererseits auch das Studium gewisser sehr kleiner, heller, runder und wohlbegrenzter Flecken, die häufig umgeben oder wenigstens einseitig begleitet sind von tiefen Schatten; diese Bildungen treten oft gepaart auf, zeigen sich an verschiedenen Theilen des Planeten, insbesondere nahe der Lichtgrenze, und pflegen nur wenige Tage zu überdauern.

F. Kbr.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat August-September.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
23.	Aug.	Erstes Viertel	1^h 30^m Nm.	10^h 10^m Ab.
29.	"	Erdnähe	7 13 Ab.	3 19 Mg.
30.	"	Vollmond	7 36 "	4 50 "
6.	Septb.	Letztes Viertel	10 8 "	2 20 Nm.
10.	"	Erdferne	0 39 Mg.	5 31 "
14.	"	Neumond	5 13 "	6 50 Ab.

Maxima der Libration: 22. Aug., 4. Sept.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Aug.	10h42m	+ 9° 3'	6h 27m Vm.	8h 11m Ab.	12h 7m	— 0°31'	8h42m Vm.	8h44m Ab.
16. „	11 5	+ 6 11	6 50 „	8 2 „	12 23	— 2 34	8 54 „	8 34 „
20. „	11 26	+ 3 22	7 10 „	7 52 „	12 39	— 4 36	9 4 „	8 24 „
24. „	11 45	+ 0 40	7 27 „	7 41 „	12 55	— 6 37	9 15 „	8 13 „
28. „	12 3	— 1 53	7 42 „	7 30 „	13 11	— 8 36	9 26 „	8 2 „
1. Sept.	12 18	— 4 14	7 54 „	7 18 „	13 27	—10 32	9 37 „	7 53 „
5. „	12 31	— 6 19	8 3 „	7 3 „	13 43	—12 25	9 48 „	7 42 „
9. „	12 42	— 8 1	8 7 „	6 49 „	13 58	—14 14	9 58 „	7 32 „
13. „	12 49	— 9 12	8 4 „	6 34 „	14 14	—15 59	10 9 „	7 21 „

28. Aug. Sonnenferne.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
12. Aug.	16h 19m	—24°36'	3h16m Nm.	10h34m Ab.	20h33m	—19° 39'	6h56m Ab.	3h 27m Mg.
18. „	16 30	—24 59	3 7 „	10 19 „	20 30	—19 50	6 31 „	3 0 „
24. „	16 43	—25 20	2 59 „	10 5 „	20 27	—19 59	6 5 „	2 31 „
30. „	16 57	—25 39	2 52 „	9 52 „	20 25	—20 8	5 40 Nm.	2 5 „
5. Sept.	17 11	—25 54	2 45 „	9 41 „	20 23	—20 15	5 15 „	1 39 „
11. „	17 27	—26 4	2 38 „	9 32 „	20 21	—20 20	4 50 „	1 13 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
16. Aug.	10h 32m	+10°57'	5h50m Mg.	7h 54m Ab.	13h28m	— 8°37'	10h 31m Mg.	9h 7m Ab.
24. „	10 35	+10 35	5 25 „	7 25 „	13 29	— 8 45	10 1 „	8 35 „
1. Sept.	10 39	+10 13	5 1 „	6 59 „	13 31	— 8 54	9 31 „	8 5 „
9. „	10 43	+ 9 51	4 35 „	6 29 „	13 32	— 9 3	9 2 „	7 34 „
17. „	10 47	+ 9 29	4 9 „	5 59 „	13 34	— 9 13	8 33 „	7 3 „

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
9. Aug.	4h 20m	+ 19° 50'	11h 11m Ab.	3h 9m Nm.
24. „	4 21	+ 19 51	10 13 „	2 11 „
8. Sept.	4 21	+ 19 51	9 14 „	1 12 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

19. Aug.	I. Trab.	Verfinst.	Austritt	9h 59m	Ab.
22. „	II. „	„	„	9 27	„
26. „	I. „	„	„	11 54	„
30. „	II. „	„	„	0 3	Mg.
4. Sept.	I. „	„	„	8 18	Ab.
6. „	III. „	„	„	9 43	„
11. „	I. „	„	„	10 13	„

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
28. Aug.	* 33 Capric.	5.5m	7h 13m Ab.	7h 48m Ab.
29. „	* ε Capric.	4.7	1 39 Mg.	2 40 Mg.
3. Sept.	* ξ' Ceti	4.3	0 40 „	1 20 „

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Min.	1890 Rectas.			Declin.	
T Cassiopejae	24. Aug.	7m	11m	0h	17m	17s	+ 55°	10'8
R Androm.	9. Sept.	7	12	0	18	15	+ 37	57.9
S Ceti	20. Aug.	7—8	10	0	18	28	— 9	56.4
R Aurigae	17. „	7	12	5	8	25	+ 53	27.8
V Geminorum	6. Sept.	8.5	12	7	17	0	+ 13	18.1
T Canis min.	28. Aug.	9.5	13	7	27	53	+ 11	58.8
T Geminorum	9. Sept.	8.5	13	7	42	42	+ 24	0.6
R Leo min.	25. Aug.	6—7	11	9	38	59	+ 35	1.2
R Virginis	20. „	7	10	12	32	56	+ 7	35.6
U Bootis	13. Sept.	9	12—13	14	49	14	+ 18	8.4
S Scorpii	19. Aug.	9.10	12	16	11	7	— 22	37.6
R Draconis	26. „	7.5	13	16	32	22	+ 66	59.3
R Ophiuchi	24. „	7—8	12	17	1	27	— 15	56.8
S Sagittarii	1. Sept.	10	12	19	13	0	— 19	13.6

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 18. Aug. Vm., 24. Mg., 29. Ab., 4. Sept. Nm., 10. Mg.
U Cephei . . 20. Aug., 25., 30. Mg., 4. Sept., 9., 14. Mg.
U Coronae . . 21. Aug., 26. Mg., 4. Sept. Ab., 10. Ab.
δ Librae . . 17. Aug. Ab., 22. Mg., 27. Mg., 31. Ab.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 17. Aug., 13. Sept.
W Virginis . 16. Aug., 2. Sept.

6. Meteoriten.

Ausser den Nachzüglern der Perseiden des August sind für den Monat Mitte August-September nur noch etwa die sporadischen Sternschnuppen bei ι Aurigae bemerkenswerth (AR=76°, D = + 33°).

7. Nachrichten über Kometen.

Zu den letztgemeldeten Beobachtungen (Juliheft) des ganz aufsergewöhnlich lange (seit September 1889) sichtbaren Barnardschen Kometen ist nunmehr noch nachzutragen, dafs der Komet auch in Nizza und Wien ohne besondere Schwierigkeiten beobachtet worden ist.





R. v. Kövesligethy. Grundzüge einer theoretischen Spektralanalyse. Halle a. S. 1890. H. W. Schmidt. Preis 15 M.

In diesem Buche liegt ein bedeutsamer, für Fachleute sehr interessanter Versuch vor, die Erscheinungen der Spektralanalyse auf mathematischem Wege zu verfolgen.

Der Verfasser giebt zuerst eine kurze Uebersicht über die Arten der Spektra, ihre allgemeinen Eigenschaften und über die Beschaffenheit der Spektra astronomischer Objekte (Sonne, Kometen etc.), dann ein Kapitel über die Theorie der schwingenden Bewegung des Aethers (90 Seiten). Nach diesen vorbereitenden Abschnitten folgen die eigentlichen, vom Verfasser hauptsächlich in seiner Thätigkeit auf dem Gebiete der astronomischen Spektralanalyse gewonnenen Studien. Den Hauptausgangspunkt bildet hier die Spektralgleichung, eine Formel, welche die Intensität des Spektrums abhängig macht von der Wellenlänge und einem mit der Lichtgeschwindigkeit und der Molekularbeschaffenheit der Körper zusammenhängenden Faktor. Die Intensität irgend einer Spektralstelle in einem kontinuirlichen Spektrum ist bekannt, wenn die Intensität einer einzigen Wellenlänge gegeben ist. Der Verfasser bringt experimentelle Prüfungen der Spektralgleichung bei und behandelt ihre Form sowohl für die kontinuirlichen wie diskontinuirlichen Spektra; er untersucht die mathematischen Bedingungen der Grundlagen (Temperatur, Stoffmenge etc.) der Spektra und sucht überall für die Intensität analytische Ausdrücke zu erlangen. An diese ausgedehnten mathematischen Untersuchungen schliefst sich ein Kapitel, in welchem die spektralanalytischen Instrumente in ähnlicher Weise theoretisch behandelt werden, wie es bezüglich der astronomischen Messungsinstrumente schon lange gethan wird. Ebenso wie die letzteren auf ihre Fehler hin untersucht und die Beobachtungen demgemäfs korrigirt werden müssen, zeigt es sich bei den verschiedenen Spektralapparaten von unabweisbarer Nothwendigkeit, dieselben einer ähnlichen Behandlung zu unterziehen. Der Verfasser untersucht hier, wieviel durch Absorption in Refraktoren und Teleskopen an Intensität der Spektra verloren geht, welche Korrektionen bei den einzelnen Instrumentenarten an die Wellenlängen anzubringen sind, u. s. f.

Es ist wohl nahe liegend, dafs ich mich bei der vollständigen Neuheit des Gegenstandes darauf beschränken mufs, nur die Richtung des Buches allgemein anzudeuten, und mich nicht kritisirend verhalten kann. Eine Kritik würde vor allem auf einer vollständigen Durcharbeitung des reichen mathematischen Inhalts beruhen müssen, und dann würde aufser dem Astronomen auch noch der Physiker ein gewichtiges Wort mitzusprechen haben. Der Aufmerksamkeit dieses letzteren mufs das Buch deshalb besonders empfohlen werden.

F. K. Ginzel.

G. F. Chambers, A Handbook of descriptive and practical Astronomy. 4 ed. Oxford 1889/90. 3 Bände. Preis pro Band M. 20.

Das früher nur einen Band bildende Prachtwerk von Chambers hat bei der neuen, vierten Auflage wegen des gewaltigen Aufschwunges der astronomischen Wissenschaft während der letzten zwanzig Jahre in 3 Bände gespalten werden müssen, von denen der erste die Sonne, Planeten und Kometen, der zweite die Instrumentenkunde und praktische Astronomie, und der dritte den Fixsternhimmel behandelt. Das aufserordentlich reich ausgestattete Werk nimmt eine Mittelstellung ein zwischen den zahlreichen, einander meist sehr ähnlichen, astronomischen Elementarbüchern und den nur für den Fachmann bestimmten, eine gröfsere Vorbildung voraussetzenden Lehrbüchern der Astronomie. Durch die Beschränkung auf die beschreibenden Theile der Astronomie, die Kosmographie und die Instrumentenkunde, und durch den Reichthum an Illustrationen[1]) vermeidet Chambers bei aller Gründlichkeit in der Behandlung des Stoffes jene Trockenheit, welche die reinen Fachwerke für den blofsen Naturfreund so oft unlesbar macht; andererseits aber kann das Buch doch gleichzeitig den Studirenden und Fachgelehrten aufs beste als Nachschlagewerk empfohlen werden. Nirgend sonst dürfte man eine ähnlich erschöpfende Vollständigkeit in der Zusammenfassung der in der deskriptiven Astronomie vorliegenden Kenntnisse wiederfinden. Dafs bei der Beschreibung der Instrumente und Sternwarten die englischen Verhältnisse vorwiegend Berücksichtigung gefunden haben, wird Niemanden bei einem zunächst für das englische Publikum bestimmten Buche verwundern. Die Ergebnisse der Spektralanalyse sind im zweiten Bande in einem besonderen Kapitel zusammengefafst. Als besonders dankenswerthe Beigaben des zweiten Bandes seien aufserdem erwähnt die Kapitel: „Praktische Winke für die Anstellung astronomischer Beobachtungen"; „Verzeichnifs von Sternkatalogen und Himmelskarten"; „Verzeichnifs von Büchern über Astronomie" und endlich ein reiches, erklärendes Vokabularium astronomischer Fachausdrücke. Dem Schlusse des dritten Bandes sind werthvolle Kataloge der verschiedenen Klassen von Himmelsobjekten, sowie ein ausführliches Generalregister für das ganze Werk angefügt.

Dr. Koerber.

H. A. Schumacher: Bessel als Bremer Handlungslehrling, herausgegeben von der Gesellschaft Union zu Bremen. Preis 1 M.

—— —— **Die Lilienthaler Sternwarte.** Separat-Abdruck aus den Verhandlungen des naturw. Vereins zu Bremen.

Mit den vorliegenden beiden Monographien hat der emsige Bremer Geschichtsforscher[2]) einen sehr dankenswerthen Beitrag zur Geschichte des eigenartigen Aufschwungs geliefert, den die Himmelskunde im Anfange unseres Jahrhunderts besonders von Deutschland aus erfahren hat. Ueber die Leistungen und Errungenschaften des Lilienthaler Astronomen und Justizraths J. H. Schröter mag immerhin die heutige Wissenschaft mit Recht etwas geringschätzig urtheilen; das Interesse, welches uns dieser eigenartige, energische und schliefslich vom Schicksal so schwer heimgesuchte Liebhaberastronom schon wegen seiner aufopfernden Hingabe an die edle Sache und vor allem auch wegen seiner historischen Bedeutung für die Belebung des astronomischen Studiums in unserem Vaterlande einflöfsen mufs, wird durch das Fehlschlagen mancher vermeintlicher Beobachtungsergebnisse desselben nicht in nennenswerthem

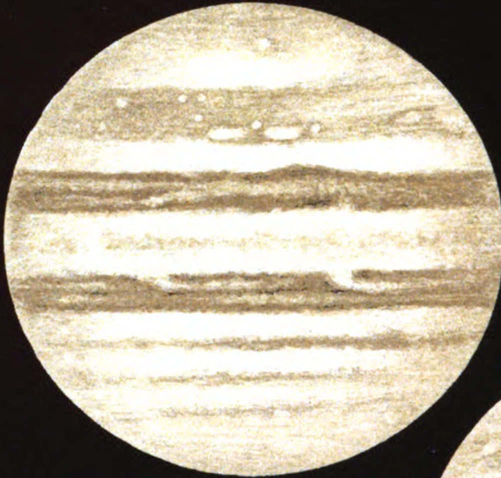
[1]) In einem unserer nächsten Hefte werden wir einige Illustrationsproben vorlegen.

[2]) Schumacher ist leider am 22. Juni cr. im Alter von nur 51 Jahren gestorben.

Maſse geschmälert werden können. Denn wenn selbst Schröter kein anderes Verdienst zukäme als das, einem Harding und vor allem einem Bessel die erste Gelegenheit zur völligen Hingabe an die Wissenschaft verschafft zu haben, so müſste ihm und seiner Lilienthaler Schöpfung schon darum ein hervorragender Platz in der Geschichte der Himmelskunde eingeräumt werden.

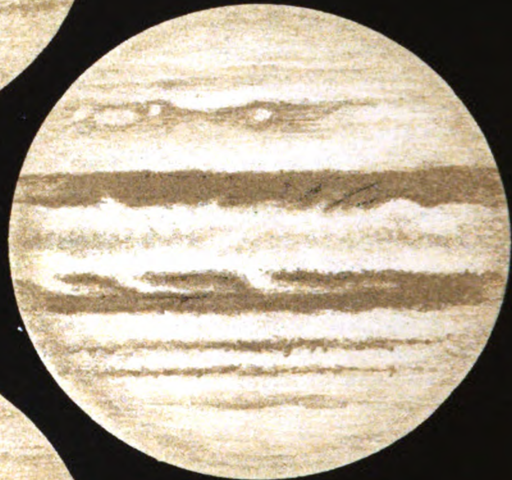
In besonders hohem Maſse muſs uns aber ein so auſsergewöhnlicher Entwickelungsgang, wie der Bessels, den wir in der ersten der oben genannten Schriften dargestellt finden, fesseln. Schumacher erzählt uns da, wie die Abneigung gegen das Lateinische und ein ausgesprochener Sinn für das Praktische den jungen Friedrich Bessel bestimmten, sich dem kaufmännischen Beruf zu widmen, dem er im angesehenen Hause A. G. Kulenkamp zu Bremen mit vollem Eifer und zur gröſsten Zufriedenheit seines Chefs sieben Jahre lang treu blieb, bis das Bedürfniſs gröſserer Muſse für die immer mehr und mehr zum Herzensbedürfniſs gewordenen astronomischen Studien ihn in die Lilienthaler Einöde zog. Voigts Lehrbuch der Sternkunde und vor allem Bohnenbergers Anleitung zur geographischen Ortsbestimmung hatten zuerst bei dem mit überseeischen Plänen sich tragenden und darum die Nautik studirenden Kaufmannslehrling die Liebe zur Himmelskunde erweckt. Bald darauf begann er nun eine systematische Selbstausbildung in den Lehren der himmlischen Mechanik, welche neben gleichzeitigen praktischen Bethätigungen auf dem Gebiete der Sternkunde einherging. Vermittelst eines mit vieler Mühe selbst angefertigten Sextanten wurden Zeitbestimmungen ausgeführt, sowie Sternbedeckungen und Finsternisse eifrigst beobachtet, aller Schmähungen von Seiten der Handlungsgenossen, die nicht ausbleiben konnten, ungeachtet. Ueberaus anmuthend ist dann die Erzählung, wie der junge Lehrling am 28. Juli 1804 Bekanntschaft mit Olbers machte, um demselben das Resultat einer während der ihm allein zur Verfügung stehenden Nachtstunden ausgeführten Bahnberechnung des Halleyschen Kometen aus Beobachtungen vom Jahre 1607 vorzulegen. Diese Bekanntschaft wurde alsbald der Anfang eines ungemein innigen, fast väterlichen Freundschaftsverhältnisses zwischen dem weitberühmten astronomischen Arzte und dem jungen Kaufmann. Durch Olbers wurde Bessel alsbald in die wissenschaftliche Welt als ein vielversprechender Adept eingeführt und speziell mit dem eben die Welt zum ersten Mal durch sein Genie in Erstaunen setzenden Gauſs in Verkehr gebracht. Schon war Bessel solcherweise ein allerseits bekannter und von den ersten Autoritäten hochgeschätzter Astronom geworden, während er noch immer seinem Handlungshause ein bescheidener und treuer Diener blieb. Nun freilich regte sich mächtig der Wunsch in ihm, ganz und gar der so lieb gewordenen Sternkunde sich widmen zu können, und mit Freuden wurde darum die Gelegenheit einer durch Hardings Weggang in Lilienthal eintretenden Vakanz zum gänzlichen Uebertritt in die neue Laufbahn zum Nutzen der Wissenschaft ergriffen. Obgleich sein Chef dem jungen Mann, den er nur ungern entbehren wollte, ein Jahresgehalt von 600—700 Thalern in Aussicht stellte, zog dieser doch die Lilienthaler Stellung, welche freilich nur 100 Thaler jährlichen Einkommens abwarf, vor und reiste am 19. März 1806 aus der Hansastadt ab, voll der seligsten Hoffnungen und Erwartungen von einem ganz seinem Lieblingsstudium gewidmeten Leben.

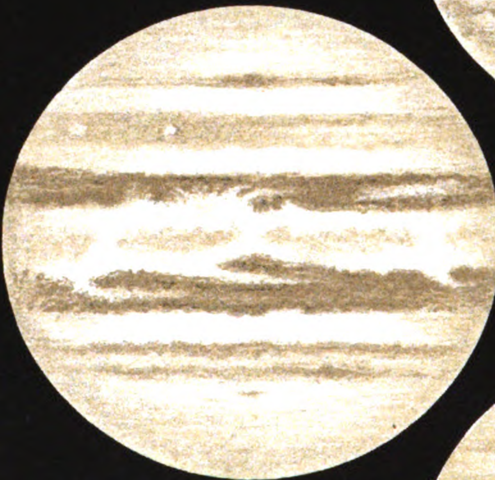
Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.



1889, JULY $15^{d}\,11^{h}\,14^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 232°$

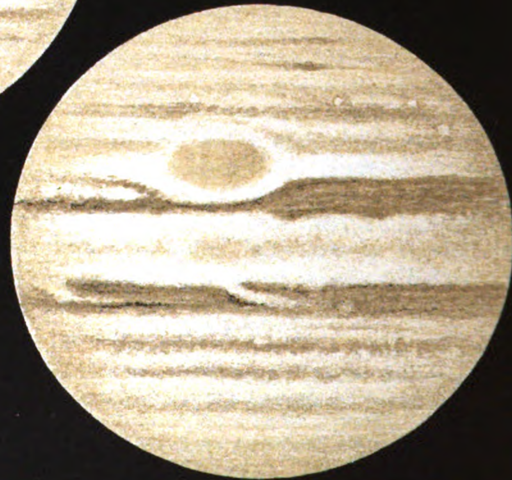
1889, JULY $12^{d}\,11^{h}\,59^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 168°$





1889, SEPT. $5^{d}\,8^{h}\,4^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 10°$

1889, JULY $20^{d}\,10^{h}\,52^{m}$ P.S.T.
$\lambda = 250°$



Lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.

Jupiter im Jahre 1889.
Am 36-Zöller der Licksternwarte
gezeichnet von J. Keeler.



Die Jupiteroberfläche im Jahre 1889.

Von **James E. Keeler,**
Astronom der Lick-Sternwarte auf Mt. Hamilton.

(Schlufs.)

Bei jeder Darstellung ist die Länge des zentralen Meridians für die betreffende Zeit angegeben, entsprechend dem zweiten System von Längenangaben (Columne II) in „Marths Ephemeris for Physical observations of Jupiter 1889,“ [9]) Der Nullmeridian dieses Systems geht nahezu durch die Mitte des grofsen rothen Flecks, die angenommene Rotation beträgt pro Tag 870.27°.

Beschreibung der hauptsächlichen Bildungen auf der Oberfläche des Jupiter.[10]) Der Aequatorialgürtel. Die so benannte Zone liegt etwa zentral zwischen den rothen Streifen, und ihr Mittelpunkt, entsprechend den obigen Mikrometermessungen, merklich nach Nord abweichend vom Mittelpunkt der Scheibe, welche Verschiebung auch dem Auge sofort bemerkbar ist. Die Axe des Jupiter stand nicht ganz senkrecht zur Gesichtslinie, so dafs seine Südhälfte etwa 2° gegen uns geneigt war, und der Aequator in der Projektion als Ellipse erschien mit einer kleinen Halbaxe von etwa 2462 km. Da jedoch die Streifen an den Rändern der Scheibe verwaschen sind, war ihre Krümmung kaum merklich, doch waren sie in der Mitte etwas nach Nord verschoben. Nimmt man hierauf Rücksicht, so zeigt sich, dafs diese Zone nahe mit dem Aequator zusammenfällt, vielleicht ein wenig südlicher liegt.

---

[9]) Monthl. Not. XLIX. No. 2.

[10]) Für diese kurze Beschreibung habe ich eine besondere Nomenklatur der Streifen für überflüssig gehalten. Den Theil zwischen den rothen Streifen habe ich nach Herrn A. S. Williams als Aequatorialgürtel bezeichnet.

Die Mitte der Aequatorialzone war durch ein lachsfarbenes Band markirt, ihre Ränder waren glänzend weifs aus rundlichen wolkenartigen Massen gebildet, stellenweise in die rothen Streifen als lange Lichtstreifen eintretend, wie unten näher ausgeführt werden wird. Das mittlere Band war gewöhnlich an mehreren Stellen durch eine Verbreiterung der weifsen Wolken, die von einem Rande zum andern reichten, unterbrochen, wiewohl diese Kreuzungsstellen gewöhnlich mehr oder weniger gefärbt erschienen, so dafs sie nur eine Schwächung in der Farbe des mittleren Bandes erzeugten. Bisweilen brachte eine abwechselnde Folge von dunklerer und hellerer Schattirung des mittleren Bandes den Eindruck von regelmäfsigen Feldern in dem Aequatorialgürtel hervor, welcher bei schwachen Vergröfserungen und kleineren Instrumenten mehr hervortrat. Eine Zeichnung vom 22. August, welche diese Erscheinung am deutlichsten zeigt, ist nicht mit veröffentlicht worden. Manchmal bedeckte eine röthliche Färbung einen grofsen Theil des Aequatorialgürtels in seiner ganzen Breite, die sich jedoch deutlich von dem lachsfarbenen Bande abhob, und etwa den Ton der helleren Partien der rothen Streifen hatte. Diese Tönung schien von dem Uebergreifen des mittleren Bandes auf die weifsen Ränder des Aequatorialgürtels vollkommen getrennt zu sein, was ebenfalls öfter bemerkt wurde.

Die Lichtfäden, welche von beiden Seiten des Aequatorialgürtels in die anliegenden rothen Streifen hineinreichten, waren das wunderbarste und interessanteste Objekt in dieser Region. Unzweifelhaft sind sie die Ursache der doppelten oder dreifachen Theilung der rothen Streifen, wie sie in den letzten Jahren von Terby beschrieben worden ist. Sie zeigen sich in allen Zeichnungen. Nahe an der Verbindung mit dem Aequatorialgürtel waren diese Fäden weifs und scharf begrenzt; in ihrem weiteren Verlaufe aber wurden sie röthlicher und mehr verwaschen, bis sie sich ganz in dem allgemeinen Roth ihres Hintergrundes verloren. Wenn die Bilder besonders gut waren, sah man, dafs diese Fäden nahe am Aequatorialgürtel aus unregelmäfsigen rundlichen oder gefiederten Wolken bestanden, die weiterhin immer lichtschwächer wurden, bis keine Struktur mehr erkennbar war. Waren diese Fäden lang, so waren sie unveränderlich stets nach dem nachfolgenden Rand der Jupiterscheibe gerichtet, und nach allen Beobachtungen zu schliefsen, stellten sie Wolkenmassen dar, welche, von den Rändern der Aequatorialzone nach aufsen strömend, allmählich hinter dem voraneilenden Strom der Aequatorialzone zurückblieben. Wenn dies die wahre Natur der langen Wolkenfäden auf den rothen Streifen ist, so

folgt daraus, dafs von der Aequatorialzone ein Abströmen nach aufsen stattfinden mufs, und in einigen Fällen konnte ein solcher Strom auch durch Beobachtung erhöhter Punkte oder Knoten auf den Fäden konstatirt werden. In dem Bilde vom 9. Juli sind zwei solche hellen Punkte in dem Lichtfaden grade unterhalb des rothen Flecks dargestellt. Am 11. Juli waren beide etwas weiter von der Austrittsstelle des Fadens entfernt, doch hatte sich der äufsere Punkt weiter fortbewegt als der innere, so dafs sich ihre gegenseitige Entfernung vergröfsert hat, wie eine Vergleichung beider Bilder zeigt. Indessen fanden sich solche genügend scharf ausgebildeten Knotenpunkte nur selten, ebenso wenig besafsen sie genug Beständigkeit, um an mehreren aufeinanderfolgenden Abenden mit Sicherheit wiedererkannt werden zu können.

Diese Fäden und weiteres Detail in den rothen Streifen gehörte zu den schwierigsten Gebilden auf dem Planeten, umsomehr als sie beständige und schnelle Veränderungen erlitten. Oft war es schwer zu entscheiden, ob ein Faden mit dem Aequatorialgürtel noch zusammenhing, in anderen Fällen wurden zwei parallel laufende beobachtet, deren äufserer seine Abzweigungsstelle näher nach dem vorangehenden Rande der Scheibe hatte, da sie sich niemals kreuzten. Niemals wurden mehr als zwei parallele Fäden gesehen; wenn ein dritter von denselben getroffen wurde, schien er in den weifsen Rand des rothen Streifens hineingedrängt zu werden. (9. und 11. Juli.) In den Bildern vom 10. und 12. Juli treten zwei Fäden auf, welche sich in einiger Entfernung von ihrem Ursprung zu einem einzigen breiteren vereinigen, obwohl es durchaus möglich ist, dafs die feine Trennungslinie der beiden nicht mehr wahrgenommen werden konnte. Die Austrittsstellen der Fäden zeigten im Aequatorialgürtel eine etwas gröfsere Helligkeit als die durchschnittliche,[11]) und hatten fast stets einen eigenthümlich fahlen, olivengrünen Ton, der sonst anderweitig nie wahrgenommen wurde. In den Zeichnungen konnte dies nicht wiedergegeben werden.

Ein Theil des Aequatorialgürtels schien eine besondere Neigung zur Aktivität zu besitzen. Auf den Bildern vom 15. und 20. Juli findet er sich in etwa 240° Länge. In seiner Nachbarschaft schienen die Veränderungen am schnellsten vor sich zu gehen, und einige Fäden

[11]) Diese helleren Stellen an den Rändern des Aequatorialgürtels sind auch in mehreren wohlgelungenen Zeichnungen von Herrn A. S. Williams aus dem Jahre 1889 zu sehen, ebenso in seinen „Zenographischen Fragmenten". Ich selbst habe nicht beobachtet, dafs sie eine Neigung besitzen, paarweise aufzutreten.

sind sichtbar, welche entgegen der gewöhnlichen Richtung verlaufen. Nehmen wir die oben geäufserte Vermuthung über die Natur der Fäden als richtig an, so dürfen wir sie als Wolkengebilde ansehen, welche in der Rotationsrichtung herausgeschleudert werden mit einer Geschwindigkeit, die grofs genug ist, um auf kurze Zeit der allgemeinen Strömung des Aequatorialgürtels voranzueilen.

Die rothen Streifen. Von ihnen ist bereits vielfach die Rede gewesen, der nördliche zeigte die rothe Farbe entschiedener als der südliche, dessen Färbung mehr in Purpur überging. In allen Fällen war die Erscheinung derselben die eines passiven Mediums, in welchem sich die Bildung der Fäden und anderer Formen, welche die Zeichnung aufweisen, abspielt. Die geschilderten Phänomene könnten experimentell völlig naturgetreu dargestellt werden durch Fäden einer weifsen wolkigen Masse, die in einer halbdurchsichtigen röthlichen Flüssigkeit schwimmen und bisweilen untertauchen oder an die Oberfläche steigen. Vielleicht wird sich später finden, dafs der wirkliche Sachverhalt diesen Vorstellungen entspricht. Die dunklen Flecken, welche auf den rothen Streifen häufig gesehen werden, fanden sich fast immer in dem Raume zwischen zwei Fäden, an der Stelle, wo der eine eine scharfe Kurve machte. Sie hatten dieselbe Farbe wie die Streifen, nur in etwas tieferer Nuance, wie wenn das flüssige Medium bis in gröfsere Tiefen durchschaut werden könnte; sie waren niemals rund, sondern unregelmäfsig oder gezackt. In den kleineren Instrumenten erschienen sie weniger charakteristisch.

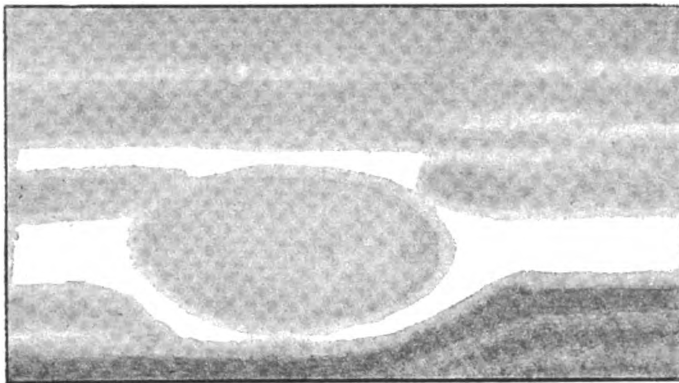
Die äufsere Grenze des südlichen Streifens war schärfer und deutlicher begrenzt als die entsprechende des nördlichen, welche gewöhnlich mit röthlichen Trümmern, ähnlich wie die verwaschenen Enden der Fäden, umsäumt war. Der klarste und am dunkelsten gefärbte Theil der rothen Streifen, mit Ausnahme der erwähnten Flecken, war die grofse Bucht hinter dem „rothen Fleck“, und in dieser Gegend waren auch die Grenzen sehr scharf und deutlich sichtbar.

Der rothe Fleck. Das Aussehen des grofsen rothen Flecks auf der Südhemisphäre zeigt das Bild[12]) in gröfserem Mafsstabe, welches

---

[12]) Die auf der folgenden Seite befindliche Reproduction der Keeler-schen Zeichnung giebt das Original nur in sehr unvollkommener Weise wieder, was durch die ungeeignete Art der Vervielfältigung bedingt war, die trotz mehrfacher Versuche kein besseres Resultat lieferte. Wir werden uns jedoch beeilen, in einem der nächsten Hefte eine bessere Wiedergabe der werthvollen Originalzeichnung folgen zu lassen und bitten, die obige nur als provisorisch anzunehmen. Die Red.

am Abend des 5. September mit 630-facher Vergröfserung ausgeführt wurde.[13]) Der Fleck zeigte ein mattes Rosa, etwas heller in der Mitte, als ob der dunklere Hintergrund der früheren Jahre durch einen weifsen Wolkenschleier verhüllt wäre. Sein Umrifs war eine ziemlich regelmäfsige Ellipse, umsäumt von den hellen weifsen Wolken des umgebenden Gürtels, der nachfolgende Theil durch eine dunklere Schattirung etwas kräftiger hervorgehoben. Der weifse Wolkenring war undurchbrochen, aber sehr schmal an dem südlichen vorangehenden Ende, so dafs bei nicht besonders günstigen Gesichtsverhältnifsen der dort endende graue Gürtel sich mit dem rothen Fleck zu vermischen schien, obwohl der Farbenunterschied sehr markirt war, da der Gürtel ein trübes Graugelb, der Fleck deutliches Rosa zeigte. Mit Ausnahme der etwas helleren Mitte erschien mir die Oberfläche des Flecks gleichförmig zu sein, doch zeigt eine Skizze von Herrn Barnard vom 9. Juni einen dunklen Schatten, der vom nördlichen vorangehenden Ende hineinragt. Nach seinen Beobachtungen ist der Fleck merklich kürzer als im Jahre 1880.



Der rothe Fleck Jupiters, gezeichnet am 5. September 1889 bei 630-facher Vergröfserung.

Meridiandurchgänge des rothen Flecks oder anderer Fixpunkte des Jupiter habe ich nicht beobachtet, doch folgen hier einige von anderen gemachte derartige Beobachtungen.

[13]) Die Mitte und der nachfolgende Theil wurden mit dieser Vergröfserung gezeichnet, nachdem die gewöhnliche Darstellung fertig war. Der vorangehende Theil war nicht mehr gut sichtbar, weil schon zu nahe am Rand, doch war er mit der anderen Vergröfserung sorgfältig untersucht worden, und ist daher nachgetragen.

	Pacific Standard-Zeit:	λ	Beobachter:
Nachfolg. Ende des rothen Flecks	1888 Juni 9. 15^h 35.5^m	16.1°	E. E. Barnard
Mitte „ „ „	„ „ 17. 11 „ 40.1 „	356.7°	„
Mitte „ „ „	„ Juli 2. 9 „ 6.3 „	359.7°	„
Mitte „ „ „	„ „ 11. 11 „ 32.2 „	1.3°	E. S. Holden

λ bedeutet die Länge des zentralen Meridians für die beobachtete Zeit, nach Marths Ephemeride, Columne II. Hiernach erscheint Marths Nullmeridian sehr nahe durch die Mitte des rothen Flecks zu gehen.

Die Länge desselben war nach Herrn Barnard im Jahre 1889 etwa 43 Zeitminuten, oder in der Projektion etwa 29 800 km wahrer Dimension, dies ist auch nahezu die durchschnittliche Länge des rothen Flecks in den Zeichnungen, nach blofser Schätzung.

Gürtel der Südhemisphäre. Die Gegend der Südhemisphäre vor dem rothen Fleck war in gewöhnlicher Weise grau und weifs gestreift. Der erste weifse Streifen grenzte unmittelbar an den südlichen rothen Streifen, und endete an dem rothen Fleck. Er bot einige charakteristische Züge. Das vorangehende Ende war mit dem Aequatorialgürtel verbunden, und dieses Band, welches quer über den südlichen rothen Streifen hinwegzog, glich etwa den erwähnten Lichtfäden, doch war es breiter, von festerer Struktur und vollkommen weifs. Die charakteristische Farbe des rothen Streifens konnte weit in den Raum hinein verfolgt werden, der ihn von dem nächsten weifsen Gürtel im Süden trennte, obwohl die Farbe allmählich an dem hinteren Ende dieses Raumes in Grau überging. Ueber den eigentlichen Zusammenhang dieses Bandes mit dem Aequatorialgürtel konnte nichts Bestimmtes ermittelt werden. Das vordere Ende desselben sieht man auf dem Bilde vom 20. Juli, doch liegt es schon dem Rande der Scheibe zu nahe, um noch das feine Netzwerk sichtbar werden zu lassen, welches die Verbindung mit dem Aequatorialgürtel bildete. Nach dem 26. Juli zeigte dasselbe eine Neigung, sich in rundliche Massen aufzulösen, jedoch wurde ein wirkliches Zerfallen nicht wahrgenommen (siehe 5. September).

Hinter dem rothen Fleck gingen die beiden weifsen Streifen in einen breiten gleichförmig grauen Gürtel über, auf dem zahlreiche weifse Punkte glänzten, die zu den schönsten Objekten auf dem Planeten gehören. Die kleineren waren rund und schienen helle Knoten auf den verschwundenen Enden der genannten weifsen Streifen darzustellen. Sie waren von keiner dunkleren Schattirung umgeben. Die Sichtbarkeit und scheinbare Helligkeit derselben hing in hohem Mafse von den atmosphärischen Verhältnissen ab.

Etwa 150 Längengrade hinter dem grofsen rothen Fleck folgten zwei ovale weifse Flecken (siehe 10. und 12. Juli), um welche kleinere runde auffallend symmetrisch gruppirt waren. Weitere 70° entfernt, folgte dieser Gruppe ein grofser ovaler Fleck mit einem kleineren runden an jedem Ende. Die Längenangaben sind nur rohe Annäherungen, da sich die Flecken beständig gegen den rothen Fleck hinbewegten. Während der ganzen Beobachtungsreihe blieben diese Gruppen erhalten und sind fast auf allen Bildern sichtbar. Ein oder zwei einzelne Flecken folgten der letzten Gruppe (15. und 20. Juli), ihr Hintergrund, der graue Gürtel, verläuft alsdann in die Streifungen, welche dem rothen Fleck vorangehen. Ein isolirter weifser Fleck ähnlicher Art zeigt sich in hoher südlicher Breite auf mehreren Zeichnungen.

Diese hellen Flecken schienen einen abstofsenden Einflufs auf die weifsen Streifen ihrer Nachbarschaft zu haben, welche sich über sie hinweg wölben, wie die Bilder vom 10. und 15. Juli erkennen lassen. Doch vergesse man nicht, dafs dies nur der Einflufs der Schwerkraft sein mag, ähnlich wie sich die Nebelstreifen um die Abhänge eines irdischen Berges herumziehen. Die Höhenunterschiede der verschiedenen Gebilde sind natürlich nicht bekannt. Nur bei sehr scharfen Bildern konnte dies Sichwegkrümmen der Streifen deutlich gesehen werden.

Gürtel der Nordhemisphäre. Die Nordhemisphäre des Jupiter war viel ärmer an Detail als die südliche. Sie war abwechselnd mit hellen und dunklen Streifen bedeckt, welche letztere wie Trennungsspalten in den weifsen Wolkenmassen aussahen, und daher dunkler, weil theilweise beschattet. Doch liegt kein Grund vor, sie in einem niedrigeren Niveau als die hellen Streifen anzunehmen, umsomehr da ihre dunklere Färbung keinem Schattenwurfe zuzuschreiben ist, weil die Beleuchtung eine vertikale war. Der röthliche Ton des Aequatorialgürtels wurde auch an den ersten dunklen Streifen nördlich und südlich von den rothen Streifen wahrgenommen. Die wolkenartige Natur der Jupiteroberfläche trat am auffallendsten in der Reihe der dunklen und hellen Streifen der Nordhemisphäre hervor. In überraschender Aehnlichkeit sieht man eine irdische Kopie davon in dem Wolkenmeer, welches zuweilen durch das Thal westlich vom Mt. Hamilton eindringt, bei hellem Himmel und vollem Sonnenschein weit unterhalb der Höhe der Sternwarte schwebend.

Nördlich vom Aequator wurden keine hellen Flecken wie auf der Südhemisphäre gesehen. Dunklere Flecken kamen wohl vor, aber wenn sie auch in den kleineren Instrumenten bestimmte Formen zu

besitzen schienen, zeigte sie der 36-zöllige Refraktor immer nur als dunklere Wolkenmassen in den Räumen zwischen den hellen Streifen, wie sie auch in den Zeichnungen vom 10. Juli und sonst noch dargestellt sind.

Beschreibung der Tafeln. Hierbei soll nur über den Zustand der Atmosphäre bei dem Entwurf der Zeichnung und über die Beobachtung das Nöthige erwähnt, aufserdem auf charakteristische Züge der einzelnen Fälle hingewiesen werden, auf welche die vorangehende allgemeine Beschreibung basirt ist.

9. Juli. 9 h 40 m. Gutes Bild. Das vorangehende Ende des rothen Flecks nahe am zentralen Meridian. Der vorausgehende Theil der Aequatorialzone erscheint sehr unruhig und zeigt aufserordentlich komplizirtes Detail. Auf der unteren (Nord-)Seite ziehen die Fäden quer durch den rothen Streifen und verschwinden in röthlichen Nebelwolken. Das zentrale lachsfarbene Band reicht nicht über die gestörte Region hinweg. Dies ist wahrscheinlich die Erscheinung des Jupiter, wie sie Herr Terby in den Astr. Nachr. No. 2928 beschrieben und abgebildet hat. Zwei helle Knoten auf dem Faden dicht unter dem rothen Fleck sind bemerkenswerth; sie wurden mit besonderer Sorgfalt in der Zeichnung festgelegt.

10. Juli. 8 h 45 m. Bild nur mäfsig. Vereinigung zweier Fäden in dem oberen rothen Streifen. Zwei helle Knoten nahe der Verbindungsstelle, welche heller als die übrigen Theile leuchten. Grade der Vereinigungsstelle gegenüber, in dem anderen rothen Streifen, macht der äufsere Faden eine scharfe Biegung nach Nord bis nahe an die Grenze des Streifens, ein fast halbkreisförmiges Stück von reiner rother Farbe zwischen den Fäden einschliefsend.

10. Juli. 10 h 2 m. Nur mäfsiges Bild, zeitweise gut, wobei die Krümmung des schmalen weifsen Streifens über dem Fleck in der Südhemisphäre deutlich erkennbar wird. Dieses Bild zeigt beide der erwähnten Gruppen von Flecken in der Südhemisphäre, sowie den isolirten Fleck in hoher südlicher Breite. Die Austrittsstelle des feinen Fadens in dem Nordgürtel erscheint in der bei ungewöhnlichen Störungen so oft bemerkten olivengrünen Färbung.

11. Juli. 12 h 3 m. Bild gut, doch gelang die Zeichnung nicht vollkommen. Der rothe Fleck war wieder auf der Scheibe. Den Knoten auf den Fäden unterhalb desselben wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Sie sind weiter auseinander und auch von der Austrittsstelle weiter entfernt als am 9. Juli. Das Detail des nördlichen rothen Streifens am vorangehenden Rande war komplizirt und konnte

wegen Zeitmangels nicht ausgeführt werden, dürfte aber dem vom 9. Juli durchaus gleichen.

12. Juli. $11^h 59^m$. Vorzügliches Bild, Zeichnung ebenfalls wohlgelungen. Die rothen Streifen voll von seltsamem Detail, das nur unvollständig wiedergegeben werden konnte. Die dunklen Räume zwischen den parallelen Fäden zeigen reines Dunkelroth.

15. Juli. $11^h 14^m$. Bild nicht besonders gut. Die verkrümmten Fäden, die von der gestörten Region des Aequatorialgürtels ausgehen, bestehen aus wundervollen Federwolken und Wolkenzügen; der Anblick ist sehr bemerkenswerth. Die zweite grofse Gruppe weifser Flecken der Südhemisphäre steht nahe am vorangehenden Rande, ein einzelner weifser Fleck ziemlich im Zentrum.

20. Juli. $10^h 52^m$. Bild schwach, nur zeitweise besser. Sehr komplizirtes Detail in den rothen Streifen, kurze Fäden, die nach dem vorangehenden Rand, gegen ihre sonstige Richtung, gewendet sind. Hier ist der vorangehende Theil des Querbandes durch den südlichen rothen Streifen sichtbar, welches am rothen Fleck endet. Es ist mit der Aequatorialzone durch zahlreiche Fasern verbunden.

5. September. $8^h 4^m$. Der rothe Fleck hat soeben den zentralen Meridian passirt. Es zeigen sich mehrere weifse Flecken auf der Südhemisphäre, welche vorwärts getrieben sind und nahezu dieselbe Länge als der rothe Fleck erreicht haben. Leider mufste die Beobachtung abgebrochen werden, ehe die grofsen Fleckengruppen vom 10. Juli diese Lage erreicht hatten.

Interessant ist hier die Zusammendrückung, wenn man so sagen darf, der beiden parallelen Fäden südlich vom rothen Fleck in den engen Raum unterhalb desselben. Hier, wo der rothe Streifen so schmal wird, konnten sie nicht weiter verfolgt werden. Später wurde die im Text gegebene Zeichnung des rothen Flecks mit stärkerer Vergröfserung gemacht.

Diese Beschreibung der Jupiteroberfläche im Jahre 1889 konnte naturgemäfs nur einen kleinen Theil alles dessen berücksichtigen, was zu einer erschöpfenden Monographie gehören würde, jedoch habe ich mich bemüht, die wesentlichsten und für den Zustand des Planeten in diesem Jahre charakteristischen Züge hervorzuheben. Offenbar finden nicht nur beständig schnelle Aenderungen des feineren Details der Oberfläche statt, sondern auch der Gesamtcharakter derselben

hat sich in den letzten Jahren erheblich verändert.[14]) Ob diese Aenderungen jedoch periodischer Natur sind, kann nur durch Vergleichung aller Abbildungen ermittelt werden, welche seit vielen Jahren angefertigt worden sind. Doch dürften diese Vergleichungen vielfache Schwierigkeiten darbieten, da die persönliche Auffassung der Beobachter hierbei in höchstem Mafse mit in Frage kommt, die vielleicht niemals hoch genug veranschlagt worden ist.[15])

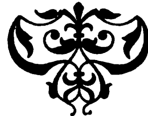
So sehr auch jeder Beobachter bemüht ist, nur das wiederzugeben, was er thatsächlich sieht, legt er doch unbewufst zugleich seine eigene Deutung in die von ihm dargestellten Erscheinungen hinein, und dieses persönliche Element wird noch vermehrt durch die sehr verschiedenen Bedingungen, unter denen die Zeichnungen zu stande kommen, und die verschiedene optische Kraft der angewandten Instrumente.

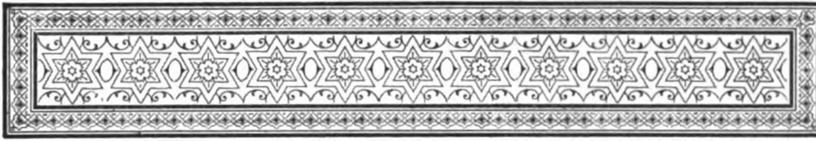
Die Lösung dieser Schwierigkeit dürfte einer weiteren Vervollkommnung der Photographie in ihrer Anwendung auf astronomische Probleme vorbehalten bleiben.

---

[14]) Siehe: Publ. of the Astron. Soc. of the Pacific vol. I. pag. 112.

[15]) Siehe als lehrreiches Beispiel die Vergleichung verschiedener Karten des Mars bei Lohse: Publ. d. Astrophysikal. Observatoriums zu Potsdam Band III, und Flammarion: Bull. de la Soc. Astron. de France 1888.





Blicke auf die Vergangenheit und Gegenwart der astronomischen Rechenkunst.

Von F. K. Ginzel,
Astronom am Recheninstitut der Kgl. Sternwarte zu Berlin.

III. Die rechnerischen Aufgaben der Gegenwart.

In unserer Zeit haben die einzelnen Zweige des astronomischen Rechnens eine allmählich schärfer gewordene Trennung erfahren. Die geodätischen Rechnungsoperationen haben sich völlig zu einer selbständigen Wissenschaft entwickelt. In der Beschäftigung der Astronomen ist eine gewisse Scheidung eingetreten. Die grofse Zahl der an den Fernröhren derzeit zu beobachtenden Objekte und die fortwährend wachsende Rechnungsarbeit, welche aus den Beobachtungen fruchtbringende Erkenntnisse ziehen will, hat von selbst mehr und mehr zu einer Spezialisirung der astronomischen Mitarbeiter, zu denen der „Observatoren“ und jenen der „Rechner“ geführt. Die letzteren fassen ihre Ziele entweder im weiteren Sinne, indem sie, an der Hand der Mathematik in Probleme eindringend, Aufgaben analytisch und numerisch lösen und klar legen, oder, im engeren Sinne, indem sie die eigentliche numerische Rechnung zu ihrer Hauptaufgabe machen. Die letzteren beiden Klassen von Astronomen bedürfen zu ihren Arbeiten sehr wenig einer Sternwarte, sie führen ihre Thaten am Schreibtische aus, und dafs diese Thaten sich zu überaus bedeutenden gestalten können, das beweisen die Namen Bessel, Hansen, Oppolzer und viele andere. Die Gröfse eines Astronomen wird eben — um das Witzwort eines geistreichen Gelehrten zu gebrauchen — „nicht mit der Länge seines Fernrohrs gemessen.“

Das Reduziren der Beobachtungen[1]), einstmals die Hauptquelle

[1]) Die Positionsbestimmungen der Gestirne werden an den Instrumenten meist nicht direkt erhalten; die Messungen sind zum Theil nur Differenzmessungen gegen benachbarte Sterne (Mikrometerbestimmungen), alle aber erscheinen mit den Instrumentalfehlern behaftet, müssen aufserdem von der Refraktion befreit und bisweilen (Meridianbeobachtungen) auf eine gemeinsame Epoche gebracht werden; die hierzu erforderlichen Rechnungen nennt man „das Reduziren“ der Beobachtungen.

der früheren Astronomen zur Erlangung rechnerischer Fertigkeit, gehört längst nicht mehr zum Gebiet eigentlicher „Rechner“; an Stelle dessen ist namentlich die Bearbeitung der Planeten- und Kometenbahnen getreten. Wir müssen diesen Zweigen der Rechenkunst einige Betrachtungen widmen.

Was zuerst die kleinen Planeten (Asteroiden) anbetrifft, so hat die Bearbeitung der Bahnen derselben seit der Mitte unseres Jahrhunderts einen grofsen Aufschwung genommen; man kann behaupten, dafs der gröfste Theil der jetzigen jüngeren Generation der Astronomen an ihnen rechnen gelernt hat. Encke und seinen Schülern, unter diesen namentlich in hervorragendster Weise Tietjen, gebührt das Verdienst, die Methode der Bahnbestimmung gefördert und die Wege zur Ermittlung der von den grofsen Planeten auf die Asteroiden ausgeübten Störungen geebnet und den weiteren Kreisen der Astronomen zugänglich gemacht zu haben. In Oesterreich fand die Bahnbestimmung der kleinen Planeten einen der eifrigsten Vertreter an Oppolzer. Diese Meister waren es auch, die in der richtigen Erkenntnifs, dafs sich die immer mehr und mehr wachsende Masse von Rechnungsarbeit, die aus der fortwährenden Entdeckung neuer Planeten und der zahlreichen Beobachtung derselben[2]) hervorging, nur durch einen festen Rechenmechanismus werde bewältigen lassen, die ganze rechnerische Arbeit zu vereinfachen und auf gewisse Normen zu bringen trachteten. Man hat geklagt, dafs hierdurch der Geist der Methode verloren gehe. Es scheint, mit Unrecht; denn wenn man verlangen wollte, dafs sich der mit Planetenrechnungen zum so und so vielten Male beschäftigte Astronom den Weg überlegen soll, auf dem er zum Resultate kommt, darf man dem Observator auch zumuthen, dafs er bei jeder Mikrometerbeobachtung eine tiefsinnige Betrachtung anstelle. Die Rechnung und die Beobachtung sind eben nur Mittel zum Zwecke. Die vollständige und auf einen bestimmten Endzweck gerichtete Bahnbestimmung eines der kleinen Planeten verlangt übrigens Aufmerksamkeit und Denken in reichem Mafse, wovon sich manche Astronomen, welche

[2]) Vermöge der jetzigen Fadenmikrometer, der elektrischen Registrirapparate, der Ablesungen der Kreistheilungen vom Fernrohrokular aus und der vielfachen sonstigen Bequemlichkeiten, namentlich aber der Reichhaltigkeit unserer Sternkataloge, sind die Beobachtungen bei weitem schneller abzuwickeln. Encke giebt an (Astr. Jahrb. 1862), dafs früher die Planetenbeobachtungen 6mal so viel Zeitaufwand bedurften als um 1862, und dafs Gaufs jede Beobachtung auf 2 Tage veranschlagt habe. Seit Enckes Zeiten aber haben unsere Einrichtungen wieder einen ganz erheblichen Schritt vorwärts gethan.

die Sache für gar leicht hielten, durch begangene Schnitzer zu ihrem Leidwesen haben überzeugen müssen.

Gegenwärtig benützt noch ein aus freiwilligen Mitarbeitern aller Herren Länder zusammengesetztes Corps von Astronomen die Bahnbestimmung der Asteroiden dazu, sich in seinen Thaten die ersten Sporen zu verdienen. Viele Monographien über einzelne Asteroiden, von denen manche eine mehrjährige Rechnung in Anspruch genommen haben, sind aus diesem Freiwilligencorps hervorgegangen. In Berlin hat die Königl. Sternwarte eine Centralstelle für die laufende Planetenbearbeitung eingerichtet: sie ist dem Recheninstitut der Sternwarte einverleibt. Trotz dieses Zusammenwirkens der Arbeitskräfte müssen wir heute sagen, es graut uns vor den kleinen Planeten, denn es ist kein Absehen, wie wir auf gute Art (d. h. wenn genauere Kenntnifs der einzelnen Bahnen verlangt wird) mit ihnen fertig werden sollen. Kaum 40 der jetzigen 287 Asteroiden sind eingehend und genau bearbeitet, nur etwa 25 so detaillirt und in Beziehung auf die Störungen, welche sie durch die grofsen Planeten (meist Jupiter und Saturn) erleiden können, derart untersucht, dafs man ihre Bewegung aus Tafeln entnehmen kann. Es ist kein Wunder, wenn jetzt schon radikale Reformationsgedanken laut werden, wie die fernere Bearbeitung der Asteroiden zu gestalten wäre. Im allgemeinen haben die kleinen Planeten, das mufs man zugestehen, als Früchte der astronomischen Erkenntnifs an Interesse verloren, und die Rechnung wird sich deshalb wahrscheinlich auf solche Objekte zurückziehen, welche in irgend einer Weise für Parallaxen- oder Massenbestimmungen etc., nützlich werden können.

Das Kometenbahnproblem hat in unserer Zeit namentlich durch Oppolzers Arbeiten einen weiten Schritt vorwärts gethan, sowohl durch die von ihm aufgestellte allgemein giltige Bahnbestimmungsmethode (die Olberssche Methode wird nämlich in gewissen Fällen unbrauchbar), als durch seine Bemühungen, die Behandlungsart der Kometenbahnen einem gröfseren Kreise von Rechnern zugänglicher zu machen. Das Interesse, welches die Kometen darbieten und zu dessen Förderung die Rechnung vorzugsweise berufen erscheint, ist ein im Vergleiche zu den kleinen Planeten bei weitem gröfseres und vielseitigeres. Es würde eines eigenen Aufsatzes speziell über diesen Gegenstand bedürfen, um dies eingehender klar legen zu können. So ist es z. B. von Wichtigkeit, zu erforschen, ob ein eben entdeckter Komet mit einem in früheren Jahren gesehenen identisch ist oder in seinen Bahnelementen eine gewisse Verwandtschaft mit einem solchen

zeigt. Das erstere läfst erwarten, dafs der Komet nach einer Anzahl Jahre wieder von der Erde aus sichtbar werden wird, also ein periodischer, in einer meist stark excentrischen Ellipse um die Sonne sich bewegender Himmelskörper ist. Das zweite Moment läfst unter Umständen einen Schlufs über die Zusammengehörigkeit des entdeckten Kometen mit einem Systeme oder einer Gruppe von andern Kometen gerechtfertigt erscheinen; störende Kräfte der Planeten oder, auf was man in neuerer Zeit aufmerksamer geworden ist, im Innern der Kometen selbst auftretende Umwälzungen können die Auflösung der Gruppe oder des Urkörpers bewirkt haben. Diese Fragen zu lösen, bedarf es meist sehr eingehender Rechnungen. Man mufs bedenken, dafs die Kometen in allen möglichen Arten von Bahnen durch das Sonnensystem hindurchschreiten, in Ellipsen von mäfsigen und starken Excentricitäten, in nahezu parabolischen Bahnen und selbst in Hyperbeln. Sie können planetarische Störungen in allen Theilen des Sonnensystems und darunter solche von so bedeutender Gröfse erleiden, dafs ihre Bahnen eine ganz wesentliche Veränderung erfahren. Die Rechnungsarbeiten gestalten sich deshalb schon der Störungen wegen bei Fragen der obgedachten Art zu umfassenden Untersuchungen. Beispielsweise ist von Chandler darauf hingewiesen worden, dafs der Brookssche Julikomet von 1889, derselbe, an welchem auch im Verlauf der Beobachtungen das Auftauchen von mehreren Nebenkometen bemerkt worden ist, (s. Okt.- u. Novb.-Heft d. Zeitschr.) im Jahre 1886 eine aufserordentliche Störung durch das Jupitersystem erlitten hat. Diese Störung kann möglicherweise die Ursache der Nebenkometen sein. Der Komet sei derselbe, der im Juni 1770 erschienen und für welchen von Lexell und Burckhardt eine Umlaufszeit von $5^1/_2$ Jahren erhalten worden ist. Durch die Störungen, die der Komet 1779 und 1886 erfahren, sei seine Bewegung und seine Bahn total umgeändert worden. Die rechnerische Untersuchung dieser Aufgabe kann, wenn halbwegs sichere Resultate abgeleitet werden sollen, sich zu einer sehr zeitraubenden gestalten. Eben so interessant und für die Erkenntnifs der Natur der Kometen von Wichtigkeit ist die Entscheidung der Frage, ob Kometen, welche der Sonne aufserordentlich nahe kommen, ja wie es bei einigen (1668, 1843 und 1880) der Fall gewesen, die glühende Sonnenoberfläche streifen, beträchtliche Störungen ihrer Umlaufszeit wegen des Widerstandes erfahren, dem sie in der Gasatmosphäre der Sonne begegnen. Bemerkenswerth ist, dafs der Komet 1882 II, welcher der Sonne ebenfalls sehr nahe kam, und dessen Vorübergang vor ihr beobachtet werden konnte, nach der Rechnung keine

Spur einer erlittenen Störung erkennen läfst. Welche eigenthümlichen Resultate die weitere Verfolgung des Enckeschen Kometen ergeben hat, habe ich schon früher berührt.

Die Kometen und Planeten sind es hauptsächlich, um welche sich die rechnerische Thätigkeit der Gegenwart bewegt, und das Hauptobjekt werden auch fernerhin allem Anschein nach die Kometen bleiben; der Rechenaufwand, welcher für die sich immer mehrende Zahl der Kometen von periodischer Wiederkehr allein nothwendig ist, wird dafür schon sorgen, dafs die Kometen nicht vergessen werden; auch bei den sonstigen Fragen wird, nachdem die sanguinischen Erwartungen, die an die Spektralanalyse und Photometrie dieser Gestirne geknüpft wurden, nicht ganz in Erfüllung gegangen sind, der Rechnung eine gewichtige Stimme verbleiben. — Eine grofse Zukunft, scheint es, haben die rechnerischen Thaten auf dem Gebiete der Bahnbestimmung der Doppelsterne. Derzeit freilich stehen wir in der Güte der Beobachtungen dieser Gestirne und in den rechnerischen Erfolgen noch am Anfange. — Zu einer Heldenthat astronomischer Rechenkunst würde sich eine genaue Durcharbeitung der Mondtheorie, verbunden mit der Konstruktion endgiltiger Mondtafeln und deren Vergleichung mit den tausenden der vorhandenen Mondbeobachtungen, gestalten. Allein das geht über die Kräfte eines Menschen. Hier wird wahrscheinlich eine Vereinigung von Astronomen zusammenwirken müssen.

Im Hinblick auf den weiteren Fortschritt, den die astronomische Rechenkunst doch künftighin nehmen soll, ist es nun an der Zeit daran zu erinnern, durch welche Astronomen gegenwärtig die einzelnen Zweige des Rechnens (namentlich der Kometenbearbeitung) gepflanzt und bebaut werden. Die unbestimmte Vorstellung des Laien, welcher annimmt, dafs diese Arbeiten gewissermafsen von den Sternwarten ausgingen und zur Thätigkeit dieser gehörten, ist nicht richtig; es ist vielmehr Sache des Einzelnen, an solchen Arbeiten theilzunehmen. Die Zwecke der Sternwarten, zumeist auf Beobachtungen irgend einer Gattung hinauslaufend, geben nur selten Anlafs zu rechnerischen Untersuchungen, von welchen wir hier sprechen. Die Zahl derjenigen Astronomen, welche in der glücklichen Lage sind, ihre amtliche Thätigkeit mit solchen Untersuchungen verbinden zu können, ist nicht grofs; denn die Beobachter müssen einen grofsen Theil ihrer Zeit einem bestimmten Arbeitsprogramm widmen, die mehr rechnenden Astronomen sich mit unvermeidlichen, bisweilen sehr mechanischen Rechnungen befassen. Es ist aber glücklicherweise eine, so möchte ich es nennen, moralische Forderung geworden, dafs man von jedem Astronomen

fruchtbringende Leistungen in irgend einem Zweige der Sternkunde verlangt. (Mit Recht; von wem sonst soll die Wissenschaft den Fortschritt fordern?) Da nun viele Astronomen in ihrer amtlichen Thätigkeit keine Gelegenheit, sich auf einem Gebiete besonders auszeichnen zu können, finden, jener moralischen Forderung aber doch genüge leisten wollen, so bieten die Zweige der Rechenkunst allen diesen in reichem Mafse Anlafs, sich nützlich zu erweisen. Auf diese Weise entstand der freiwillige geistige Bund der Astronomen, der heutzutage ein internationaler, die ganze zivilisirte Welt umspannender genannt werden darf; diesem Wetteifer entspringt jene Rechenthätigkeit, deren Resultate einen grofsen Theil der alljährlich in Artikeln der Fachzeitschriften, Monographien und akademischen Abhandlungen enthaltenen Publikationen ausmachen.

So fruchtbringend das freiwillige Zusammenwirken vieler Astronomen ist, so scheint es doch, es könnte dasselbe zu noch weit ergiebigeren Erfolgen gebracht werden, wenn man nicht alles dem Zufall, der Neigung und Befähigung einzelner überliefse, sondern in manchen Theilen eine Organisirung der Arbeit, am besten durch Errichtung einer besonderen Anstalt, herbeiführen würde. Ich denke dabei vornehmlich an die Bearbeitung der Kometenbahnen. Die Anstrengung, welche die sich immer steigernde Berechnung der Kometen macht, wird vom einzelnen bald nicht mehr freiwillig geleistet werden, namentlich nicht in Bezug auf die periodischen Kometen, welche seit einigen Jahren rasch an Zahl zunehmen, und für welche eine freiwillige Fürsorge bald nicht mehr ausreichen wird. Die gründlichere Untersuchung mancher Fragen über Kometen unterbleibt derzeit, weil es nicht sicher ist, ob ein Erfolg erlangt werden kann und der einzelne darum der Bearbeitung solcher Fragen ausweicht. An einem Institut aber, welches auf wissenschaftliche Untersuchungen als Selbstzweck hin angelegt wird und keine Rücksicht auf Erfolg oder Nichterfolg zu nehmen hat, würden diese Fragen ihre Beantwortung finden; dort würden auch manche Kometen richtiger und eingehender, als es sonst geschieht, untersucht, und weil Mufse vorhanden, würde die Arbeit in Bezug auf mannigfach interessante Ziele entsprechend vertieft werden können. Ich bin durchaus nicht etwa der erste, der solche Organisirung rechnerischer Arbeiten vorschlägt. Bereits vor mehreren Jahren wies der Direktor der Wiener Sternwarte, Professor E. Weifs, auf die nothwendige Einrichtung eines Kometen-Bureau hin. Noch weiter gehende Absichten hatte Oppolzer, der auf Grund seiner zur strengen Durchführung der Theorie der Mondbewegung gemachten Vorarbeiten zu dem Schlufs

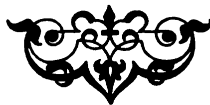
gelangte, dafs sich diese komplizirte Aufgabe mit Hilfe einer Verbindung geeigneter astronomischer Rechner würde bewältigen lassen. Seine Absichten auszuführen, hat ihn der Tod gehindert.[3])

Es sollen hier keine Pläne gemacht, noch Gründungen unternommen werden; ich will mich mit Andeutungen begnügen. Aber es scheint mir, dafs es Zeit wäre, neben der Vermehrung der Sternwarten und der Fernröhre auch an eine kräftige Hebung der bisher geradezu stiefmütterlich behandelten Rechenkunst zu denken; das Anlage- und Erhaltungskapital eines nur für rechnerische oder numerisch-analytische Zwecke geschaffenen astronomischen Instituts dürfte mindestens eben so gut angewendet sein, als bei dem gegenwärtig modernen Rivalisiren in der Konstruktion von Riesenfernrohren.[4]) Mit den Leistungen eines solchen Instituts könnte man freilich in Zeitungen oder in der Oeffentlichkeit nicht sehr renommiren, aber die Erfolge würden in Fachkreisen verstanden werden und der wissenschaftlichen Erkenntnifs von hohem Nutzen sein. Ich glaube, der Gedanke, dafs die Rechenarbeit irgendwie, sei es auf welche Weise, schliefslich organisirt werden müsse, wird im Laufe der Zeit immer wieder sich geltend machen, wenn man ihn auch gegenwärtig vielleicht noch abweist. Sorgen wir dafür, dafs nicht andere Nationen uns darin zuvorkommen!

---

[3]) Auch auf der Naturforscher-Versammlung zu Salzburg (1881) hat Oppolzer in einem Vortrage Anlafs genommen, die Vortheile einer ähnlichen rechnerischen Institution für die Erforschung der exakten Bewegungstheorie der Kometen im Sonnensystem anzudeuten.

[4]) Damit soll selbstverständlich nichts gegen die Vermehrung der instrumentellen Mittel gesagt sein. Im Gegentheile, es zeigt sich beim Erscheinen manches Kometen, dafs wir recht gut weitere Fernrohre und Beobachter brauchen können.





Ueber populäre Wissenschaft und Halbbildung im besonderen in Bezug auf die Bestrebungen der Urania.

Von Dr. M. Wilhelm Meyer.

Es ist kein Zweifel, dafs der Bildungstrieb zur Landplage werden kann. Diejenigen, welche einen wesentlichen Theil ihrer Thätigkeit eben gerade der Verbreitung des Wissens in weiteren Kreisen widmen, wissen ein Lied davon zu singen, aber auch die Männer der strengen Wissenschaft werden oft auf das empfindlichste von den Uebelständen betroffen, welche in der Anmafsung und Ueberhebung der Halbbildung wurzeln.

Halbbildung! Ehe wir uns weiter in Betrachtungen einlassen, wird es jedenfalls zur Vermeidung von Mifsverständnissen gut sein, zu definiren, was denn eigentlich unter diesem oft gebrauchten Worte zu verstehen ist.

Jedenfalls ist es schlecht gewählt. Das Wort stellt sich in Gegensatz zur „Ganzbildung“. Diese aber giebt es in der Wissenschaft oder auch wohl sonst überhaupt nicht. Je gebildeter man wird, je mehr wird man sich selbst erkennen lernen und dadurch im Vergleich mit dem Wissen, welches man auf immer mehr sich erhöhendem eigenen Standpunkte wohl übersehen, aber leider nicht fassen lernt, mehr und mehr fühlen, wie unendlich viel einem jeden von uns an der nie erreichten „Ganzbildung“ noch fehlt. In diesem Sinne würde auch der Gebildetste noch ungemein anmafsend erscheinen, wenn er sich zu den Halbgebildeten zählen wollte, denn das kleine Gebiet, welches der einzelne vom heutigen Gesamtwissen der Menschheit wirklich vollkommen beherrschen kann, ist eben nur ein unendlich kleiner Bruchtheil dieses letzteren.

Die Bedeutung des Wortes „Halbbildung“ ist vielmehr so zu nehmen, dafs die betreffende Person kaum halb so viel weifs, als sie

selbst zu wissen vorgiebt oder zu wissen glaubt. Und hier ist unter „Wissen“ nicht nur das der Wissenschaften zu verstehen, denn der Gelehrteste kann zu den Halbgebildeten gehören, sondern namentlich jenes Wissen und Können der Seele, welches uns erst zu recht empfindenden, ganzen Menschen macht. Das blofse Lernen und geistige Festhalten und schliefslich das Wiedergeben des auswendiggelernten Gedankenmaterials macht eben das wahre, fruchtbare, ganze Wissen noch längst nicht aus. Es gehört dazu noch ein seelisches Erfassen, welches das Erlernte zu einem wenigstens einigermafsen abgerundeten Ganzen zu vereinigen versteht und andererseits eine strenge Selbstbeherrschung, welche diesem Drange zur Vereinigung der aufgenommenen Elemente zu einem verständlichen Weltgemälde Schranken anzulegen versteht, damit nicht ein allzu unkritisch und flüchtig entworfenes Bild uns von der Wahrheit allzusehr entfernt.

Der Halbgebildete aber hat keine Vorstellung von diesen unerläfslichen Anforderungen, und namentlich die Gabe der seelischen Vertiefung fehlt ihm meistens völlig.

Die ganz vorübergehende Beschäftigung mit den Ergebnissen der wissenschaftlichen Forschung eröffnet eben leicht in empfänglichen und spekulativen Köpfen ein nicht durch die der strengeren Forschung allein auftauchenden Skrupel eingeengtes Feld von kühnen Kombinationen, durch welche die Betreffenden grofse Entdeckungen oder Erfindungen glauben anbahnen zu können. Nun fehlt diesen Leuten aber jegliche technische Ausbildung, welche zur Ausführung resp. zum strengen Beweise der Richtigkeit ihrer Ideen nothwendig verwandt werden mufs. Defshalb wenden sie sich an den ihnen nächstliegenden oder auch gleich an den auf dem betreffenden Gebiete berühmtesten Mann der Wissenschaft, damit derselbe zunächst sein Urtheil geben möge und bitten ihn schliefslich sogar um die weitere Ausarbeitung. Unsere junge Urania, welche schnell in weiteren Kreisen, auch im fernen Auslande bekannt geworden ist, und es sich ja zur Aufgabe gemacht hat, zwischen dem wissensdurstigen Laienpublikum und der strengen Wissenschaft zu vermitteln, ist in dieser Beziehung ganz besonders exponirt. Die Entdecker und Erfinder, welche bereits an hundert Stellen abgewiesen wurden, erhoffen hier ihr letztes Heil, weil man bei uns nicht jenem „hochmüthigen Kastengeiste der akademischen Gelehrten“ zu begegnen hoffte, „welcher nichts anerkennt, als was von ihrer Gilde kommt.“ — Es wären ganze Bände mit den interessantesten psychologischen Beobachtungen und Untersuchungen zu füllen, welche die Bearbeitung der wunderlichen

Hypothesen zum Gegenstande hätten, die dem Schreiber dieser Zeilen zur Begutachtung vorgelegt worden sind.

Es mufs nun unumwunden zugestanden werden, dafs diese Verwirrung zum grofsen Theil die Folge der popularisirenden Bestrebungen unserer Zeit ist, und wir müssen uns vorläufig damit trösten, dafs wir diese Plagegeister, welche wir nicht wieder los zu werden vermögen, selbst heraufbeschworen haben. Wir haben dies aber gewifs nicht frivol gethan, wie der Zauberlehrling, sondern mit dem vollen Bewufstsein, dafs es noch viel schlimmer werden würde, wenn gar nichts in dieser Richtung geschähe. Und kein Zweifel ist doch wohl dagegen zu erheben, dafs die Menschheit in Zukunft alles Heil von der allgemeineren Verbreitung volleren Wissens, in der volleren Beherrschung der unerschöpflichen Kräfte der Natur durch den Menschen und der damit eng verbundenen volleren Beherrschung des Menschen durch sich selbst zu erwarten hat. Hierdurch allein werden jene Ueberhebungen nachhaltig zu bekämpfen sein.

Was ist in letzterer Hinsicht aber bisher geschehen? Dafs sich unsere hervorragenden Forscher nur wenig oder gar nicht unmittelbar an diesem Werke betheiligen konnten, ist sehr begreiflich und darf ihnen durchaus nicht etwa zum Vorwurf gemacht werden. Denn es zeigt sich überhaupt, dafs dem einzelnen keine Mittel zu Gebote stehen, diese Aufgabe zu erfüllen. In den meisten Fällen handelt es sich um Irrungen oder unrichtige, aus halbem Verständnifs entsprungene Anschauungen primitivster Art, auf welchen diese Hypothesenmacher ihr luftiges Gebäude errichten. Es ist dem ernsten Forscher gewifs nicht zu verübeln, wenn er die gewöhnlich sehr umfangreiche Abhandlung nach flüchtigem Durchblättern im günstigsten Falle mit einer liebenswürdigen Entschuldigungsphrase in Bezug auf die beschränkte Zeit zurückschickt. So entschuldbar nun zwar diese Abfertigung ist, so unpraktisch ist sie. Denn unser Hypothesenschmied läfst es selbstverständlich hierbei nicht bewenden: Er schickt die wichtige Schrift mit unermüdlicher Ausdauer nacheinander an sämtliche Fachgelehrten, und im schlimmsten Falle, wenn er überall zurückgewiesen worden ist, wendet er sich mit einer Klageschrift nach oben an den Herrn Unterrichtsminister selbst, mit der dringenden Bitte, den hartnäckigen Herren Professoren einfach zu befehlen, sich mit der Sache eingehend zu beschäftigen. Durch die Abweisung inkommodirt man also noch ungezählte Kollegen, und rückwirkend bekommt man selbst ungezählte dieser rundreisenden Abhandlungen auf ihrer x-ten Station zu lesen. Entschliefst man sich jedoch mitleidigen Herzens,

einen solchen Unglücklichen — der oft in durchaus edlem Drange und in der uneigennützigsten Ueberzeugung, der Menschheit einen unübersehbar grofsen Dienst erweisen zu können, in ein Labyrinth von Irrungen gerathen ist, — mit der rührenden Sorgfalt eines Vaters, der seinem Sohne die Anfangsgründe des Lesens beizubringen versucht, eines Besseren zu belehren, so ist man völlig aus dem Regen in die Traufe gerathen. Jetzt giebt es nur zwei Möglichkeiten; entweder, der so Behandelte begreift, dafs er noch sehr viel zu arbeiten hat, bis er über den betreffenden Gegenstand einen neuen Gedanken verfolgen und als brauchbar verfechten kann, oder er begreift es nicht. In dem ersten Falle wird er nun mit Feuereifer die empfohlenen Bücher studiren. Aber sehr bald sitzt er abermals fest. Es ist eben nicht, oder nur sehr wenigen Auserwählten möglich, im Selbststudium regulär weiter zu kommen. Die Universitäten sind diesen Leuten aber verschlossen, denn die letzteren rekrutiren sich meistens aus Ständen, denen die vorgeschriebene akademische Reife fehlt. Man wird also aufs neue mit Briefen überschüttet, voll von Fragen, zu deren Beantwortung jedesmal ein ganzes populäres Lehrbuch nöthig wäre. Hat man sich nun unvorsichtigerweise mit mehreren solcher Weltumstürzler eingelassen, so wird man bald seine ganze Zeit mit diesen brieflichen Privatkursen ausgefüllt sehen. Bei weitem schlimmer aber fährt man noch mit denjenigen, welche durch die Lekture einiger populärer Bücher den Inbegriff der betreffenden Wissenschaft umfafst zu haben und sich deshalb geistig mindestens mit dem betreffenden Fachgelehrten gleich, ja gewöhnlich sogar über ihn stellen, weil sie „unbefangener, vorurtheilsfreier" sind. Leider gehört zu dieser Kategorie die Mehrzahl jener Quälgeister, die dennoch so inkonsequent sind, trotz der hohen Meinung von ihrer eigenen Ueberlegenheit einen möglichst berühmten Fachgelehrten um dessen Meinung zu befragen. Sie sind eben der Ueberzeugung, dafs er die Idee mit Begeisterung auffassen werde, um sie, die Urheber, da ersterem die Organe der Oeffentlichkeit zu Gebote stehen, mit einem Schlage selbst berühmt zu machen. Die enttäuschende Antwort wird dann in der Regel impertinent erwidert, und für den wohlmeinendsten Rath, sich die unglückliche Idee, in deren Verfolgung diese Leute sehr oft ihr Vermögen, ihr Familienglück, ja ihren Verstand opfern, so schnell als möglich aus dem Kopfe zu schlagen, erntet man den schnödesten Undank und setzt sich den gröblichsten Beleidigungen aus.

Wie ist diesem Unglück abzuhelfen? Es ist ohne Zweifel eine jener krankhaften Erscheinungen, welche gewöhnlich in jeder jungen

an sich gesunden Entwickelung zeitweise auftreten, eine Kinderkrankheit des mächtigen allgemeinen Bildungsdranges, welcher unserem grofsen Jahrhundert sein charakteristisches Gepräge giebt. Die Ursache, welche diese krankhafte Wirkung hervorrief, eben die Verbreitung des Wissens im Volke, ist nicht mehr zu beseitigen. Wir können die Wissenschaft nicht wieder hinter die schweigsamen Mauern der mittelalterlichen Klöster verbannen, aus denen die neue Zeit sie mit unwiderstehlicher Gewalt befreit hat. Es hilft nichts, dafs man den Besuch der Universitäten erschwert und dafs sich die Akademiker vornehm abschliefsen, man müfste auch die Buchhandlungen schliefsen können, in denen die Wissenschaft als freie Marktwaare aufliegt, und ganz besonders müfste man einer grofsen Zahl von Schriftstellern anderweitig ihr Brot verschaffen, als dafs sie, selbst hungrig, doch leider in sehr materiellem Sinne, den Heifshunger des Volks nach Aufklärung über die Erscheinungen der wundervollen Natur durch nicht immer die beste Nahrung zu befriedigen suchen.

Leider nur sehr wenige unserer populären Schriftsteller bearbeiten eben dieses Feld aus Liebe zur Sache oder in Erwägung der Nothwendigkeit dieses Schaffenszweiges für das allgemeine Wohl. Dem Manne der Wissenschaft, welcher sich in dieser Ueberzeugung gelegentlich einmal solcher Aufgabe widmet, fehlt in den allermeisten Fällen die schriftstellerische Routine und meist noch mehr jene dichterische Begabung, welche zur fesselnden Darstellung des Gegenstandes nothwendig ist, und ohne welche die Schrift, da sie eben sonst überhaupt nicht von der Menge gelesen wird, ihren Zweck völlig verfehlt. So kommt es, dafs diese an sich ungemein gediegenen Werke gewöhnlich nur in den engen Kreisen der Fachgenossen oder doch höchstens eines schon allgemein vorgebildeten Publikums, beispielsweise der Gymnasiallehrer, Eingang finden, wo sie dann allerdings von der besten Wirkung sind.

Besitzt dagegen ein Gelehrter ausnahmsweise in der That jene eigenartige Begabung der populären Darstellung, so dokumentirt sich dieselbe naturgemäfs bereits in jüngeren Jahren. Dies beeinträchtigt aber, so wie die Dinge nun einmal stehen, nach verschiedener Richtung — von innen und aufsen her — seine Carrière. Man kann eben nicht zweien Herren dienen. Will man in der strengen Wissenschaft heute etwas leisten, so mufs dieselbe uns ausschliefslich beschäftigen. Die strenge Kritik, welche der ernste Forscher unausgesetzt üben mufs, verträgt sich nur in den seltensten Fällen mit der irrlichterirenden Phantasie des Dichters. Die Keppler kommen eben nicht

häufig vor, welche eine grofse Idee in dichterischer Intuition auffassen und dieselbe dann mit der unerschütterlichen Konsequenz des strengsten Forscherverstandes in jahrelanger Arbeit zu ergründen verstehen. Es ist defshalb völlig begreiflich und gerechtfertigt, wenn diejenigen leitenden Kreise, welche die Geschicke der jungen Gelehrten betreffs ihrer künftigen Carrière zu bestimmen haben, den letzteren gegenüber grofse Reserve bewahren, wenn sie sich mit populärer Schriftstellerei befassen. Es giebt eben keine Lehrstühle für populäre Wissenschaft. Die jungen Leute kommen in ihrer Carrière nicht vorwärts, verlieren am Ende sogar ihre frühere karg besoldete Stellung. Nun mufs das schriftstellerische Talent aushelfen. In der ersten Zeit geht das ganz gut. Die Ansprüche sind bescheiden. Aus der ehemaligen strengeren Thätigkeit nehmen sie ernste Kritik mit hinüber, und die nothwendigen Hülfsquellen für Auskünfte stehen noch zu Gebote.

Je mehr sich aber der Abtrünnige von den Fachkreisen entfernt, was die natürliche Folge seiner veränderten Thätigkeit ist, und je mehr andererseits sich die Lebensanforderungen steigern, je flüchtiger wird die Arbeit, je weniger ihrem hohen Zwecke entsprechend. Dazu kommt noch, dafs die grofse Menge eben gerade naturwissenschaftliche Lektüre heute mit Vorliebe liest und deshalb an den immer bekannter werdenden Schriftsteller immer häufigere Aufforderungen zur Mitarbeiterschaft unter Anbietung günstiger Honorarbedingungen gelangen. Man suche mir nun denjenigen Menschen, der so viel heroische Ueberwindungskraft besitzt, lieber Weib und Kind hungern zu lassen, als der Verlockung zu widerstehen, viel, so viel als eben gewünscht wird, zu schreiben, ob nun auch wirklich, was er schreibt, nicht überall völlig ausgereift ist oder durch langwieriges spezielles Studium unzweifelhaft dasteht. Für einen Mann der Wissenschaft, welcher sein festes Gehalt für strenge Leistungen bezieht, ist Flüchtigkeit eine unverzeihliche Sünde, für einen Penny a liner, der jede noch tintenfrische Zeile sogleich auch verzehren mufs, ist Flüchtigkeit geradezu Lebensbedingung. Das wolle man wohl bedenken, ehe man den Stab über diese unglücklichen Menschen, zu denen auch ich jahrelang — ganz wider meinen Willen — gehörte, rücksichtslos bricht.

Es mag nun auch wohl hier und da glücklichere Sterbliche geben, welche nicht fürs liebe Brod zu schreiben brauchen und doch mit Talent die Feder führen. Aber diese machen aus früher erörterten Gründen keine wissenschaftliche Carrière, die zur Ausübung der guten populären Vorstellung durchaus vorher absolvirt werden mufs, weil sonst der streng geschulte Geist fehlt, dem wenigstens auf dem Ge-

biete einer Wissenschaft die sich häufenden Schwierigkeiten bekannt geworden sind, welche erst die konsequente Verfolgung derselben sichtbar macht. Durch Analogieschlüsse vermuthet er dann ähnliche Schwierigkeiten in den von ihm nicht ganz speziell studirten Gebieten, über welche er dennoch schreiben soll und hütet sich wenigstens vor groben Denk- oder Auffassungsfehlern.

Nun, wir wollen endlich den Schlufs aus dieser Abschweifung auf das Gebiet der populär-wissenschaftlichen Schriftstellerei ziehen, der leider zu der Ueberzeugung führt, dafs es bei der gegenwärtigen Lage der Dinge sehr schwer, wenn nicht unmöglich ist, eine gediegene, nicht die Halbbildung hauptsächlich fördernde und doch auf einen grofsen Kreis wirkende wissenschaftlich-populäre Litteratur in Deutschland zu schaffen.

Wir kommen auf unsere Frage zurück, was ist zu thun, um den Uebeln der Uebergangszustände auf diesen Gebieten zu steuern. Dem Laien ohne akademische Reife steht eben nur diese zum grofsen Theil verdorbene Lektüre zu Gebote, die er sich nach eigener und deshalb gewöhnlich wenig glücklicher Auswahl erwirbt. Die Universitäten sind ihm verschlossen, und die gelegentlich gehaltenen sogenannten populären Vorträge behandeln natürlich nur sehr selten eben gerade den Gegenstand seines besonderen Interesses. Auch sind dieselben in jeder Hinsicht derselben Kritik zu unterwerfen wie die Litteratur.

Falb ist hier ein ganz eklatantes Beispiel. Derselbe ist keineswegs Autodidakt, wenngleich ein Ueberläufer aus der priesterlichen Carrière in die astronomische. Er hat seinerzeit tüchtige Studien gemacht und auch fachmäfsige astronomische Arbeiten, beispielsweise Planetenbahnrechnungen nach einem vorliegenden Schema, ausgeführt. Er wäre also, wenn er sich über diese Schablone, welche ihm der Universitätsbesuch und die Uebungen auf der Sternwarte aufdrückten, hinaus in die Gebiete kritischerer Forschung hätte vertiefen wollen, wohl im stande gewesen, die Schwierigkeiten zu erkennen, mit denen eine ernste wissenschaftliche Untersuchung verknüpft ist und welcher jahrelangen Ausdauer es bedarf, um eine flüchtig hingeworfene Idee, wie die von dem Zusammenhange der Erdbeben mit dem Mondstande, aus den Thatsachen der Beobachtung als richtig oder falsch nachzuweisen. Erst in allerjüngster Zeit ist es dem unermüdlichen Fleifse namentlich eines französischen Gelehrten, Montessus de Ballore, gelungen, die Arbeit auch nur für ein begrenztes Gebiet der Erde auszuführen und kommt derselbe dabei zu einem negativen Ergebnisse.[1]) Bis

[1]) Siehe „Himmel und Erde" II 9 S. 442 u. f.

dahin hatten sich die ernsten Gelehrten keineswegs in erster Linie gegen die Möglichkeit ausgesprochen, dafs solch ein Zusammenhang existire, sondern nur gegen den verwegenen Leichtmuth, mit welcher Falb unbewiesene Dinge öffentlich als feststehende Thatsachen verfocht. Falb selbst war und ist aber auch heute noch von der Wahrheit seiner Idee so völlig überzeugt, und auch davon, dafs er vollauf genügende Beweise dafür erbracht habe, dafs man ihm selbst eigentlich gar keinen Vorwurf aus seinen Handlungen machen kann. Auch er ist ein Opfer jener unglückseligen Halbbildung; und da er nun mit einer bewundernswürdigen Gabe pathetischer Zuversicht in seinen Darstellungen ausgerüstet ist, reifst er das Publikum ganz naturgemäfs mit sich fort. Denn das letztere ist immer geneigt, einem nicht der eigentlichen Gelehrtengilde Angehörigen eher Glauben zu schenken, als eben diesen kompetenten Richtern. Dieses Mifstrauen haben sich diese letzteren durch ihre Abgeschlossenheit und die geringe Mühe, welche sie auf eine allgemein verständliche Wiedergabe ihrer Forschungen verwenden, selbst zuzuschreiben. So kommt es, dafs Falb, dieses eine Opfer der geschilderten unglücklichen Zustände, eine unübersehbare Anzahl von Opfern mitreifst und die Quelle einer allgemeinen Urtheils-Erkrankung geworden ist, an deren Ausrottung noch Jahrzehnte lang zu arbeiten sein wird.

Um alle diese Uebel allmählich zu vermindern, giebt es, da Umkehr doch völlig unmöglich ist, nur ein Mittel, nämlich die weitesttragende Fürsorge für die Verbreitung des Wissens, für die Betheiligung aller an dem geistigen Besitz der Menschheit. Auch in dieser Beziehung müfsten alle Kapitalisten werden.

Halbwissen ist ja unser aller Schicksal. Jeder hat einmal in dieser Uebergangsperiode gelebt. Aber je gröfser der Antheil ist, den jemand von dem geistigen Besitz der Menschheit sein eigen nennt, desto stiller und reicher wird seine Seele, und desto mehr stellt sich bei ihm auch jene andere, ergänzende Seite der Bildung, die Verfeinerung der Sitten, Mitempfindung und ruhige Selbstbeherrschung ein.

Um dieses Ziel zu erreichen, müssen in immer gröfserem Umfange Volks-Bildungsanstalten der zugänglichsten Art geschaffen werden, in denen ein jeder sich das gewünschte Wissen verschaffen kann. Von Stufe zu Stufe müssen hier die Geister vorbereitet werden, wissenschaftlich denken zu lernen. Ganz besonders aber sind dabei die Methoden der wissenschaftlichen Arbeit darzustellen, welche in populären Verträgen früher fast ausnahmslos völlig übergangen wurden, weil solche Auseinandersetzungen einer-

seits nicht eben besonders interessant sind und sich auch nur in längeren Kursen geben lassen. An solche Centralstellen der höheren Volksbildung sind dann jene Plagegeister zu verweisen. Hier allein wird sich die Spreu vom echten Korne trennen lassen.

Und es ist wohl zu erwägen, dafs gerade aus dem Volke heraus sich ohne alle akademische Mithülfe viele unserer gediegensten Forscher entwickelt haben, denen wir die überraschendsten Aufklärungen über die Geheimnisse der Natur verdanken. Mit welch' unendlichen Schwierigkeiten haben diese Männer zu kämpfen gehabt, bis sie sich Geltung verschafften! Nur die energischsten errangen sich offenbar diesen gewaltigen Vorzug. Wie viele aber mufsten untergehen, die gewifs immer noch mindestens so bedeutende Geister waren, wie eine beträchtliche Anzahl jener Regulären, welche den eben getretenen Weg der normalen Carrière gingen, und der Wissenschaft ohne schweren Kampf treffliche Dienste zu leisten vermochten. Unser Wissen von der Natur hat sich aber namentlich in den letzten Jahrzehnten so gewaltig ausgebreitet, dafs die Kräfte der wenigen zünftigen Gelehrten längst nicht mehr zur Bewältigung der ungeheuren Arbeit ausreichen, so dafs in vielen Gebieten kaum die laufende Tagesarbeit der regelmäfsig zu verfolgenden Naturbeobachtung erledigt werden kann, ohne, wie beispielsweise in der Meteorologie, ein ganzes Heer von Hülfsarbeitern aus Laienkreisen mit zu beschäftigen. Wieviel werthvollere Beobachtungen würden diese aber liefern und könnten überall rings um den Erdball herum ausgeführt werden, wenn die gesamte Menschheit an dem grofsen Werke mitarbeiten lernte! Der Nutzen, welchen die Wissenschaft und dadurch wieder rückwirkend die Menschheit daraus ziehen könnte, ist ganz unübersehbar grofs.

Unsere Anstalt der Urania nun ist von ihren Begründern gedacht worden als der Uranfang einer solchen Bildungs-Anstalt. Dafs das junge Institut, an welchem innerlich unermüdlich ausgebaut wird, so dafs man ein endgültiges kritisches Urtheil darüber noch schlechterdings nicht fällen darf, diesen Zweck gegenwärtig noch sehr unvollkommen erfüllt, mufs ohne weiteres zugegeben werden. Wir haben bisher nur die unterste Stufe, und vielleicht soeben erst die nächst höhere entwickelt. Aber wir bauen eben Stufe an Stufe weiter und sind defshalb sicher, wenn wir nur auch auf die fernere Unterstützung namentlich unserer Gönner aus wissenschaftlichen Kreisen in immer noch höherem Mafse rechnen können, einen bedeutsamen Beitrag zur Bewältigung der grofsen Kulturaufgabe zu liefern.

Die unterste Stufe, welche zunächst geschaffen werden mufste,

war die, den grofsen Massen des Publikums lebendige Anregung und Freude zur Naturbetrachtung einzugeben. Dies konnte einerseits nur durch ziemlich auf der Oberfläche bleibende, zunächst die seelische Empfindung aussprechende und durch glänzendes Anschauungsmaterial noch anziehender gemachte Vorträge im sogenannten „Wissenschaftlichen Theater“ und ferner durch gewisse effektvolle physikalische Experimente, vom Publikum selbst ausführbar, geschehen. Der im elektrischen Strom erglühende Platindraht, die farbenglänzenden spektroskopischen Erscheinungen, die Chladnischen Klangfiguren etc. setzen den naiven Experimentator zunächst nur in neugieriges Erstaunen. Aber in einem empfänglichen Gemüthe wird doch der Eindruck ein bleibender sein; er wird ihn dazu anregen, zu Hause über den Urgrund der Erscheinungen nachzudenken. Er wird nun weiter zu gehen streben.

Aber nun gelangt unser Jünger an die gefährliche Klippe der Halbbildung, über welche ihm die Einrichtungen der Urania, wie sie gegenwärtig sind, noch nicht mit Sicherheit hinweghelfen können. Denn er vermag nun nicht weiter zu kommen als eben mit den mangelhaften Hülfsmitteln, von denen ich bereits vorhin sprach. Da nun viel mehr Personen als bisher durch die lebhaft fesselnden Einrichtungen der Urania zur Verfolgung naturkundlicher Grübeleien angeregt worden sind, so ist der Urania allerdings der bereits geäufserte Vorwurf nicht zu sparen, dafs sie nicht genug thue, um die Verbreitung der Halbbildung zu verhüten. Indessen ist dieser Vorwurf doch nicht völlig berechtigt. Mit dem Anwachsen der Bevölkerung tritt auch zugleich immer ein Anwachsen der Krankheiten auf, und doch kann man jenes Anwachsen doch nicht schlechtweg als ein Uebel bezeichnen. Den Naturwissenschaften sind bedeutend mehr Jünger und Freunde zugeführt, und es ist niemals zu vermeiden, dafs sich unter den Weizen die Spreu mischt. Defswegen ein absprechendes Urtheil über uns zu fällen, wäre offenbar leichtfertig und hiefse das Kind mit dem Bade ausschütten.

Nun habe ich aber bereits bemerkt, dafs die gegenwärtige Urania nur der Keim ihrer künftigen Entwickelung ist und auch in Anbetracht ihres kurzen Bestehens und der Eigenartigkeit der sehr verschiedenen Aufgaben, welche sich ihren Begründern entgegenstellten, in der That nichts anderes sein konnte. Wir Beamten arbeiten alle heute noch unermüdlich an der sehr nothwendigen Vervollkommnung der bereits recht umfangreichen Anlage, und wir zweifeln keinen Augenblick daran, dafs wir einstmals die Anerkennung und den Dank

aller, ganz besonders aber der strengsten akademischen Kreise ernten werden, die erst später einsehen werden, welche grofse Last wir ihnen durch unsere Existenz allein von der Schulter genommen haben, indem wir eben die wissenschaftlich noch Unmündigen freundlich bei uns aufnehmen, welche bisher sie mit theils sehr berechtigten Ansprüchen nach Aufklärung von ihrer ernsten Arbeit abhielten.

In vollkommenerem Mafse wird das allerdings erst geschehen können, wenn die Urania eine Volksbildungsanstalt im wahren Sinne geworden sein wird, wozu wir im nächsten Herbste den Anfang machen wollen. Systematische Kurse, das ganze Semester füllend, wie es auf der Universität üblich ist, sollen in den von uns bisher kultivirten Gebieten der Naturwissenschaften abgehalten werden. Dieselben werden, von den Thatsachen des unzweifelhaftesten Augenscheins ausgehend, das Gebäude der logischen Schlüsse, aus denen sich die betreffende Wissenschaft entwickelt hat, vorführen, so dafs einerseits der Hörer die Schwierigkeiten erkennt, mit denen die konsequente methodische Forschung auf allen Gebieten zu kämpfen hat und auch andererseits einsieht, wie der Wissenschaft mit den unstäten Seitensprüngen spekulirender Phantasie nur dann geholfen werden kann, wenn man das Gebiet, auf welches man durch solche Sprünge gerathen ist, mit dem festen Grundbesitze der Wissenschaft durch eine sichere logische Brücke zu verbinden vermag. Und eben dieser feste Grundbesitz mufs in diesen Kursen dargelegt, d. h. nicht nur beschrieben, sondern auch ganz besonders seine Unerschütterlichkeit bewiesen werden, woran die meisten Laien von ihrem Standpunkte aus mit vielem Rechte zweifeln, weil die sogenannten populären Bücher den Grundfehler fast durchgehends begehen, nur nicht darzustellen und verständlich zu beweisen. Nur defshalb tauchen jene Plagegeister von Hypothesenschmieden so zahlreich auf. Denn es ist ja das primärste und segenreichste Prinzip des Menschengeistes, sich die Erscheinungen seiner Umgebung zu erklären aus Thatsachen, welche in der eigenen Weltanschauung bereits feststehen. Da nun der Laie sehr wenige solcher Thatsachen, die noch dazu sehr häufig vor einer strengeren Logik, als er gewohnt ist anzuwenden, nicht haltbar sind, besitzt, so ist es wohl begreiflich, dafs er sich, vor einer frappanten Erscheinung stehend, in seinem unwiderstehlichen Drange nach Erklärung ein gar wunderliches Gebäude auf dieser schwanken Weltanschauung errichtet. An diesem aber hängt er mit um so gröfserer Liebe, als es einerseits sein eigenes Bauwerk ist und er andererseits die Argumente der ernsten Wissenschaft, welche

zu weit über seiner Gedankensphäre stehen, einfach nicht versteht. Defshalb ist es eben die erste Grundbedingung der populären Darstellung, nicht blos zu beschreiben, sondern zu erklären. Diesen Grundsatz mufs die Urania noch in weit ausgiebigerem Mafse verfolgen, was durch die Einrichtung der Winterkurse, auf deren Ausarbeitung die gröfseste Sorgfalt zu verwenden ist, erhofft werden darf.

Wird die Urania diese Aufgabe erfüllen, und werden sich auch in anderen grofsen Städten, wozu nicht allzu ferne Aussicht wirklich schon vorhanden ist, ähnliche Institute gebildet haben, so werden die akademischen Forscher endlich die erwünschte Ruhe zu fruchtbringender Thätigkeit wieder erhalten und sich nun ohne alle Gewissensskrupel von aller Welt abschliefsen können, bis sie abermals eine grofse Wahrheit zum Wohle oder doch jedenfalls zum Wohlgefallen der Menschheit erforscht haben.

In der That, verfolgt man diesen Gedanken der Arbeitstheilung zwischen strenger, forschender Wissenschaft und der mittheilenden, lehrenden noch weiter, so begreift man garnicht, wie man ihre Nothwendigkeit nicht schon längst eingesehen hat.

Die Thätigkeit der Urania bahnte dieselben in einer Richtung wenigstens, die am dringendsten des Einschreitens bedarf, an.

Auch das litterarische Organ der Gesellschaft Urania, die vorliegende Monatsschrift, will in ihrer Weise an dieser Reform mitarbeiten. Im ersten Jahrgange hatte sie begonnen, eine „Beweisführende Darstellung des Weltgebäudes“ zu geben, welche, zwar in sehr abgekürzter Form, der Art der geplanten Winterkurse in der Urania entspricht. Es liegt in der Absicht der Redaktion, ähnliche Abrisse auch von den übrigen Naturwissenschaften zu geben. Das wird sich sehr bald von selbst gestalten, sobald eben jene Kurse begonnen haben werden. Denn diese, sowie die einzelnen Abends in unserem wissenschaftlichen Theater gehaltenen Projektionsvorträge sollen vom neu beginnenden Jahrgange an, abweichend von unseren bisherigen Gepflogenheiten, den Hauptinhalt unserer Zeitschrift bilden. Dadurch wird dieselbe erst in Wirklichkeit das Organ der Urania werden.

Es ist unserer Redaktion von verschiedenen Seiten bis jetzt mit vielem Rechte der Vorwurf gemacht worden, dafs die Lektüre von „Himmel und Erde“ doch stellenweise zu viele Voraussetzungen von vorhandenen Vorkenntnissen mache, um als populär gelten zu können. Es waren eben die Vorarbeiten noch nicht geleistet, durch welche die Erfüllung unserer anfänglich bereits gemachten Versprechungen ermöglicht werden kann. Aus dem Vorangegangenen geht wohl zur

Genüge hervor, dafs wir von den hervorragenden Gelehrten, welche uns mit werthvollen Beiträgen beschickt und dadurch ihr Wohlwollen in so dankenswerther Weise bekundet haben, eigentlich populäre Darstellungen nicht erwarten durften. Wenn nun diese gediegenen Mittheilungen auch den dauernden Werth unserer Zeitschrift in hohem Mafse gesteigert haben, so war hiermit doch nur die eine Seite unserer Aufgabe erfüllt, welche sich den Vorgebildeteren zuwendet. Die Entwickelung aber des Wissens aus seinen ersten Anfängen heraus setzt eine gewisse Begabung und eine Technik der Darstellung voraus, deren Förderung namentlich der Urania zufiel. Augenblicklich liegt nun bereits ein grofses Material an populären Vorträgen vor, welche in der Urania gehalten wurden und deren Veröffentlichung in unserer Zeitschrift den Zielen derselben durchaus entsprechen. Wir wollen diese von nun ab als den hauptsächlichsten Inhalt an die Spitze unserer Hefte setzen. Da endlich das Gebiet der Naturwissenschaften, welches die Schaustätte der Urania kultivirte, weit ausgedehnter ist, als das sich bisher auf kosmische Physik und Geologie allein beschränkende Programm unserer Zeitschrift, so wird sich auch dieses sofort bedeutend vielseitiger gestalten. So werden beispielsweise auch gelegentlich biologische Fragen, so weit sie ein allgemeines, zur Entwickelung eines einheitlichen Weltbildes in Beziehung stehendes Interesse haben, in den Kreis unserer Betrachtungen gezogen werden. Durch alle diese Mafsnahmen hoffen wir der Zeitschrift, den Wünschen vieler unserer Abonnenten entsprechend, ein wesentlich anderes Gepräge geben und das uns ohnehin lebhaft entgegen gebrachte Interesse für dieselbe, welches ihr Freunde in allen entlegensten Gebieten der Erde verschafft hat, noch erheblich steigern zu können.

So wird denn unsere Zeitschrift weit über die Grenzen unseres Vaterlandes hinaus zur Verfolgung der hier entwickelten Ziele der Verbreitung wahrer Bildung nach besten Kräften mitarbeiten können.





Das „Equatorial coudé" der Pariser Sternwarte.

Das Equatorial coudé oder das gebrochene Aequatorial-Instrument (wörtlich Ellbogen- oder Arm-Aequatorial), wie es nach den Angaben des zweiten Direktors der Pariser Sternwarte, M. Loewy von dem ausgezeichneten dortigen Mechaniker Gauthier hergestellt worden ist, darf in mehrfacher Hinsicht das Interesse der weitesten Kreise, besonders auch der Liebhaber der Astronomie, beanspruchen.

Das Instrument ist nämlich gerade für die behaglichste Art der Betrachtung der Himmelserscheinungen geschaffen. Es ermöglicht von einem kleinen, geschlossenen, ja sogar ein wenig geheizten Pavillon aus, ohne der Lage des Kopfes und des Körpers irgend eine Anstrengung zu bereiten, die Himmelskörper mit starker Vergröfserung gerade so zu betrachten, wie man in ein Mikroskop hineinsieht, und erspart den Bau einer Drehkuppel und dergleichen. In vielen Beziehungen würde ein solches Instrument auch für die Zwecke der Urania geeignet gewesen sein, wenn nicht die Beschaffenheit unseres Bauplatzes und die übrigen Anforderungen an das Gebäude und die Raumvertheilung dies untersagt hätten, doch ist es nicht ausgeschlossen, dafs weiterhin gerade zu Beschauungszwecken für ein gröfseres Publikum ein derartiges Instrument auch unsererseits aufgestellt wird.

Das gebrochene Aequatorial verlangt eine ziemlich isolirte Lage auf einem möglichst freien Platz.

Das Prinzip des Instrumentes, im kleinen schon längst zur Erreichung ähnlicher theilweiser Erleichterungen für den Beobachter in der Gestalt der sogenannten gebrochenen Fernrohre zur Anwendung gebracht, ist zum ersten Male im gröfseren Style vor etwa 15 Jahren bei der Potsdamer Himmelswarte in der Einrichtung des grofsen Heliographen-Fernrohres zur Durchführung gelangt.

Dieses Fernrohr ist parallel zur Erdaxe, also in der Mittagsebene und in einer Neigung gegen den Horizont, welche bei uns etwas mehr als 52 Grad beträgt, derartig fest gelagert, dafs sein Okular am

oberen Ende innerhalb des Gebäudes liegt, während das untere Ende des Fernrohres aus dem Gebäude etwas heraustritt und das Objektiv-Glas trägt. Vor dem Objektiv-Glas befindet sich ein Spiegel, welcher so gestellt und so in Bewegung gehalten werden kann, dafs er die Strahlen der Sonne stets in der Richtung der Erdaxe in das Objektiv-Glas wirft, wodurch am oberen Ende des Rohres, da, wo in aller Gemächlichkeit der Beobachter mifst und photographirt, das Bild der Sonne hervorgebracht wird. Aehnliche noch weitergehende Konstruktionen wurden sodann von Pickering in Cambridge bei Boston im Interesse der Verminderung der Anstrengung der Beobachter vorgeschlagen und zum Theil durchgeführt.

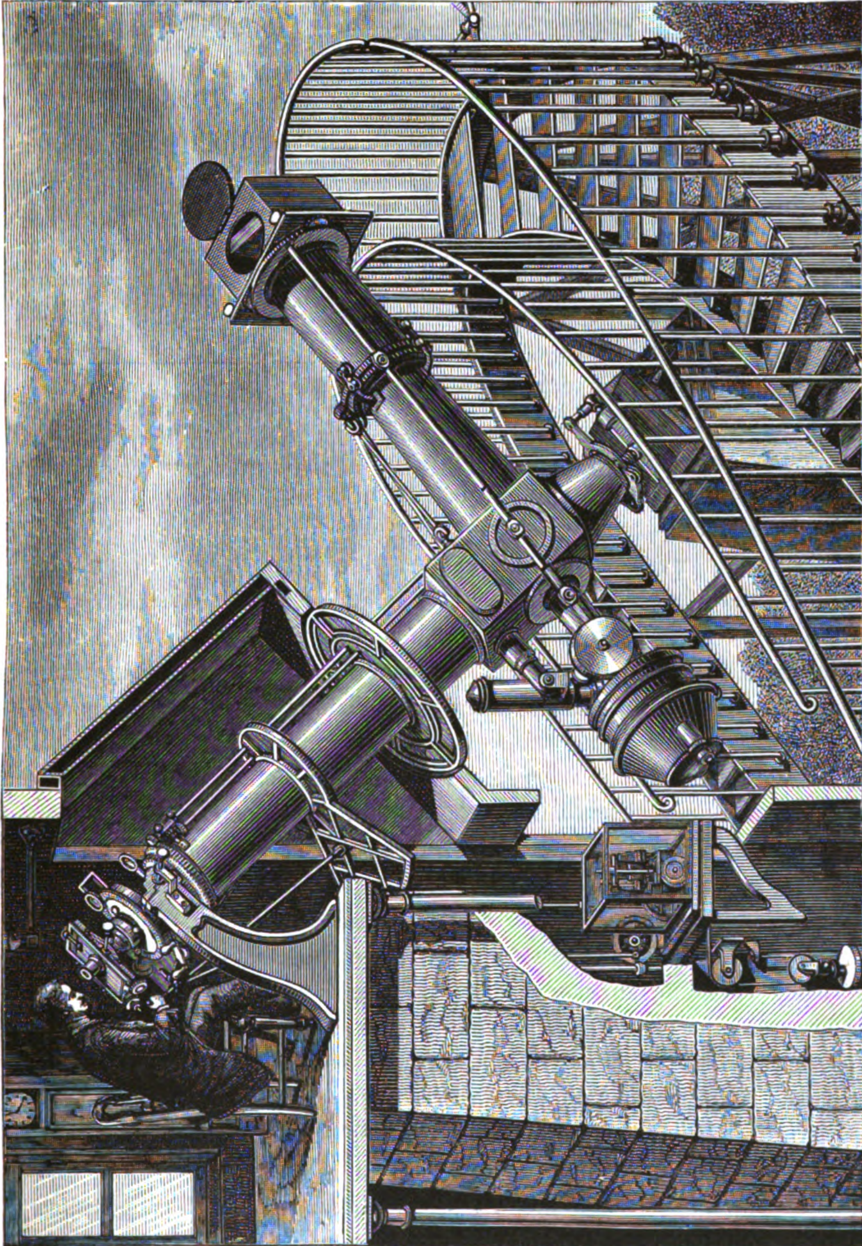
Zu einer vollen und den ganzen Himmel umfassenden Leistung einer solchen Kombination des Linsen-Fernrohres mit Spiegelungen gehörten aber mindestens zwei Spiegel. Der eine Spiegel in Potsdam reichte nur für die Sonne aus, für welche die Einrichtung dort ausschliefslich bestimmt war.

Der zweite Spiegel, welcher in Verbindung mit dem ersten, unmittelbar vor dem Objektiv befindlichen, es ermöglichen sollte, die Lichtstrahlen von jedem Punkte der Himmelsfläche in der Richtung der Erdaxe oder scheinbaren Drehungsaxe des Himmelsgewölbes auf das Objektiv fallen und somit am oberen Ende des Fernrohrs ein Bild entwerfen zu lassen, mufste sich am Ende eines zur Fernrohraxe rechtwinkelig gestellten und um dieselbe drehbaren cylindrischen Armes befinden und selber um die Axe oder Mittellinie dieses Armes, mit welcher er dabei einen halben rechten Winkel macht, drehbar sein, während der unmittelbar vor dem Objektiv befindliche und um die Fernrohraxe mit dem ganzen Arm drehbare innere Spiegel um einen halben rechten Winkel sowohl gegen die Fernrohraxe als gegen die Axe des Armes geneigt ist. Unsere Abbildung[1]) läfst diese eigenartige Bauart des Instrumentes aufs deutlichste erkennen. Eine solche Konstruktion wurde in aller technischen Vollendung von M. Loewy erdacht und von dem Mechaniker Gauthier durchgeführt.

Den grofsen Vorzügen einer solchen Einrichtung standen bei früheren Erwägungen gerade die Lichtverluste und die grofsen Unvollkommenheiten der Lichtführung gegenüber, mit welchen bis dahin die Reflexionen an grofsen ebenen Spiegeln behaftet gewesen waren. Die Gestalt solcher Spiegel war in ihren verschiedenen Lagen gegen die Richtung der Schwere und auch infolge von Temperatureinflüssen

---

[1]) Eine Illustrationsprobe aus Chambers „Manual of Astronomy."



Das Equatorial coudé der Pariser Sternwarte.

sehr erheblichen Veränderungen unterworfen, welche die Genauigkeit der Lichtführung und Abbildung sehr beträchtlich störten, ganz abgesehen von dem ansehnlichen Lichtverluste, welchen zwei solche Spiegelungen hervorbringen mufsten.

Es ist das besondere Verdienst der genannten Pariser Herren, dafs sie auf Grund von theoretischen Erwägungen und von Experimenten die Leistungen ebener Spiegel ganz wesentlich verbessert haben, und zwar hauptsächlich durch eine Vergröfserung der Dicke derselben. Herr Loewy hat gezeigt, dafs, wenn man der Glasmasse eines solchen an der Oberfläche versilberten Spiegels (von nahezu kreisförmiger oder elliptischer Gestalt) eine Dicke giebt, welche $^1/_4$ bis $^1/_3$ seines Durchmessers beträgt, die spiegelnde Fläche fast gar keine Gestaltänderungen durch die Schwere oder durch Temperatureinflüsse mehr erfährt.

Durch Anwendung solcher Spiegel hat man dem Pariser Instrumente bei aller Bequemlichkeit der Handhabung auch eine grofse Vollendung der optischen Leistung gegeben.

Ein sehr wesentlicher Punkt bei der Güte dieser Leistungen und besonders bei der Lichtstärke, welche dieses Equatorial coudé, trotz der vor dem Eintritt der Strahlen in das Objektiv stattfindenden zweimaligen stets mit Intensitätsverlusten verbundenen Spiegelung dargeboten hat, ist die ganz beständige Ruhelage, in welcher sich die das Objektiv selber bildenden Linsen befinden.

Wenn man bedenkt, welche aufserordentlich kleinen Gestaltänderungen der brechenden Flächen solcher grofsen Linsen schon beträchtliche Veränderungen der Lichtstrahlen-Vereinigung, welche zur zartesten und hellsten Abbildung der Himmelserscheinungen erfordert wird, hervorbringen, so mufs man sich wundern, dafs die in den gewöhnlichen Fernrohren angebrachten Objektiv-Linsen, welche bei jeder Richtungsänderung des Fernrohrs veränderte Wirkungen der Schwere und damit unablässige kleine Deformationen und Spannungsänderungen erleiden, überhaupt noch so reine und relativ vollkommene Abbildungen der Himmelsobjekte darbieten, wie es thatsächlich der Fall ist. Zweifellos kann aber an Lichtstärke und Reinheit der Bilder, mit einem Worte an gröfstmöglicher Verwerthung der auf die Objektivflächen fallenden Lichtwirkungen, noch ansehnlich mehr erreicht werden, wenn den Linsen von dem Optiker die gröfste Vollendung der Gestalt und der Leistung genau in derselben Lage gegeben wird, in welcher sie sich dauernd bei der Anwendung im Instrument befinden sollen. Dies wird aber nur durch Einrichtungen

obiger Art ermöglicht, bei denen man dem Objektiv schliefslich auch die Drehung um die optische Axe ersparen und demselben eine ganz unveränderliche Ruhelage geben kann.

Offenbar hat das Pariser Instrument die Vortrefflichkeit, welche seine Leistungen trotz der doppelten Spiegelungen aufweisen, neben der Güte der Spiegel auch der Beständigkeit der Lage des Objektivs zu verdanken. Bei der zu Paris im Gange befindlichen Herstellung eines zweiten noch gröfseren Instrumentes derselben Art will man aus andern praktischen Rücksichten diese Ruhelage des Objektivs aufgeben und dasselbe an das äufsere Ende des Armes zwischen dem äufseren und dem unverändert in der Verbindungsstelle des Armes und der Hauptaxe des Rohres gelagerten inneren Spiegel bringen. Es wird von Interesse sein, zu erfahren, ob sich nicht hierbei eine beträchtliche Verminderung der Leistung der Einrichtung herausstellt. Uebrigens ist noch zu bemerken, dafs ein bedeutender Vortheil der ganzen Anordnung auch noch darin besteht, dafs man den Objektiven sehr lange Brennweiten geben kann, weil man das festgelagerte Hauptrohr unbedenklich viel länger machen kann, als ein nur in seiner Mitte an der Axe befestigtes gewöhnliches Fernrohr. Die längere Brennweite ermöglicht aber besonders auch erfolgreichere Leistungen hinsichtlich der Vereinigung der verschiedenfarbigen Elemente der Lichtwirkung.



Die scheinbare Gestalt des Himmelsgewölbes.

So natürlich es auf den ersten Blick scheint, dafs man von einer Himmelskugel spricht, so schwierig wird bei näherer Untersuchung die Lösung der Frage, welche Gestalt das Himmelsgewölbe habe, und mit derselben hängt eng die Thatsache zusammen, dafs Sonne und Mond bei ihrem Aufgang gröfser erscheinen als in ihrer gröfsten Höhe beim Meridiandurchgang.

Die Griechen, voran Strabon, erklärten letzteres übereinstimmend als eine Folge der Dünste am Horizont, d. h. nach unserm Sprachgebrauch der Strahlenbrechung, eine Meinung, die sich auch im Mittelalter trotz besserer Deutungen erhielt, bis sie durch Malebranche in seinem 1674 erschienenen Buch „De la recherche de la vérité“ gründlich widerlegt wurde. Er sagt: „Die Strahlenbrechung vermehrt nur die Höhe der Gestirne über dem Horizont, aber sie vermindert im Gegentheil ein wenig ihren Gesichtswinkel.“ In anderer Weise

wurden die Dünste resp. der längere Weg des Lichtes durch die Atmosphäre von Alhazen und nach ihm von vielen Gelehrten, u. a. von Euler und Bode im vorigen Jahrhundert, benutzt. Letztere meinten: Sonne und Mond seien aus der genannten Ursache matter leuchtend im Horizont als sonst; da wir nun erfahrungsgemäfs einen leuchtenden Körper dann für weiter entfernt hielten, wenn er matteres Licht aussendet, so übertrügen wir dieses Urtheil auch auf die beiden Gestirne.[1])

Die Eulersche Lehre enthält Richtiges, aber sie ist nicht die allein richtige, es kommen noch andere Umstände hinzu. Zunächst müssen wir des bekannten Philosophen Descartes oder Cartesius gedenken, der als Grund für die besprochene Erscheinung anführt, dafs wir durch die Gegenstände zwischen uns und dem Horizont ein Schätzungsmafs für die Entfernung hätten, welches Mittel bei dem Blick nach oben aber fehle, daher hielten wir erstere Strecke für die gröfsere. Es müsse uns also der Mond am Horizont gröfser erscheinen als im Meridian, da in beiden Fällen Leuchtkraft und Gesichtswinkel nicht merklich variiren. Andrerseits behauptet Gassendi: da die Gestirne am Horizont matter erschienen, müfste sich unsere Pupille und damit der optische Winkel vergröfsern, folglich sähen wir jene Himmelskörper gröfser.

Die Ansicht von Descartes steht augenscheinlich in engem Zusammenhang mit der Lehre vom flachen Himmelsgewölbe; wir wenden uns nun diesem unserem eigentlichen Thema zu. Während bei den Griechen und Römern die Lehre von der Kugelgestalt der Erde und damit des Himmels Bürgerrecht erworben hatte, machten die

---

[1]) Malebranche hat aber bereits darauf hingewiesen, dafs in Wirklichkeit die Durchmesser von Sonne und Mond uns im Meridian (A) gröfser erscheinen müfsten als im Horizont (D). Denn es ist, wenn AD die Bahn eines der Weltkörper und BEB die Erde ist, während in B der Beobachter steht:

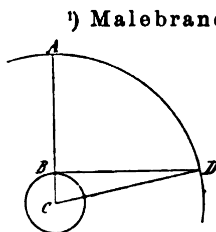


Fig. 1.

$DC = AC = AB + r$, oder, da wegen der Kleinheit des Erdradius gegenüber der Entfernung des Gestirns näherungsweise $DC = DB$:

$$BD = AB + r.$$

„Beim Aufgang (D) ist also der Mond (nahezu) von uns um den Radius der Erde (r) weiter entfernt, als wenn er über uns steht (in A), und deshalb vergröfsert sich sein Durchmesser, wenn er sich erhebt, weil er sich uns dann nähert.“ Malebranche übersieht hier zwar, dafs obiger Schlufs streng genommen nur für Orte am Aequator zutrifft, wo allein Zenith und Culminationspunkt zusammenfallen können, aber selbst für so nördlich gelegene Länder wie Deutschland kann man für die Sonne wenigstens im Hochsommer ohne grofsen Fehler jene Consequenz ziehen.

Kirchenväter einen gewaltigen Rückschritt, indem sie theils sich auf Bibelstellen (Jes. 40, 22 etc.) beriefen, theils aber wie folgt argumentirten: wäre die Erde rund, so müfsten auf der andern Seite der Kugel auch Menschen (Antipoden) wohnen, zu ihnen könne man aber nicht gelangen, also sie nicht bekehren, und das widerspräche dem Heilsplan Gottes — folglich sei die Erde nicht rund, sondern flach.[2]) Wie einzelne nun sich den wirklichen Himmel dachten, zeigen die beiden Figuren hier:

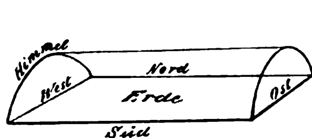


Fig. 2.

nach Theodorus von Mopsuesta (350—428);

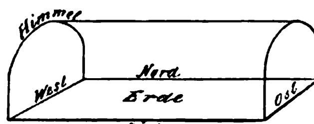


Fig. 3.

nach Kosmas Indikopleustes.

Doch waren andere Kirchenväter durchaus von echt wissenschaftlichem Geist beseelt und schlossen sich den Griechen an, u. a. Basilius Magnus, Isidorus von Sevilla und Beda Venerabilis.

Im späteren Mittelalter spricht zuerst der marokkanische Astronom Alhazen oder Ali Abul Hassan (1250) ausdrücklich von der im Zenith scheinbar plattgedrückten Form des Himmelsgewölbes, indem er die von Malebranche wiederholte Thatsache (vgl. Anm. 1) erwähnt. Von da ab hat eigentlich keiner der Gelehrten mehr gezweifelt, dafs uns der Himmel in der That nicht als Halbkugel, sondern flach erscheine, nur theilten sich die Ansichten über die Art der Krümmung. Die einen (z. B. Kepler) nahmen dafür ein Stück einer Halbkugel an, andere (z. B. Malebranche, Smith, Bode, Kämtz) hielten eine ellipsoidische Form für gleich wahrscheinlich, während Smith



Fig. 4.

(1728) und sein Freund Folkes, denen sich auch Verfasser dieses anschliefsen möchte, sagen: manchmal hätte die Querschnittskurve einer Konchoïde (s. Figur) ähnlich gesehen. Wie verschieden man aber auch die Gestalt des Himmelsgewölbes annahm, so legte man doch der Einfachheit wegen der Berechnung stets ein Stück Halbkugel zu Grunde.

Während man nun mit der Thatsache eines scheinbar flachen Him-

[2]) Kretschmer (die phys. Erdkunde im christl. Mittelalter) sagt: „Im Jahre 1876 erschien in England eine Zeitschrift „Monthly, the truth seekers oracle and scriptural science review", deren Redakteur John Hampdon die Ansicht vertrat, dafs die Erde eine Scheibe mit dem Nordpol als Centrum sei, und dafs die Sonne in einer Höhe von 1000 engl. Mln. dieselbe umkreist."

mels bereits seit ca. 1250 bekannt war, rührt doch die erste Beobachtung und die erste Berechnung erst von Smith (1728) her. Er findet für das Verhältnifs BZ : BH den Werth $1 : 3^1/_3$, wenn B den Beobachter, Z das Zenith, H den Horizont bezeichnet, und diese Zahlen haben bisher nur geringe Aenderungen erfahren, da Smith (1728), Kämtz (1832) und Reimann (1888—89) die bisher allein bekannt gewordenen Beobachter sind und alle Berechner sich speziell auf des ersteren Methode und Resultate stützen.

Mehr als bei manchem anderen Gegenstand kann man nun nach dem Nutzen solcher Beobachtungen und Berechnungen fragen. Dafs sich gerade hier aufser rein wissenschaftlichem Interesse auch ins Praktische übertragbare Lehren ergeben können, zeigt eine Abhandlung eines russischen Meteorologen Laurenty über den Einflufs der scheinbaren Abplattung des Himmels auf Bewölkungsschätzungen, aus der hier nur das Resultat stehen möge: je weniger der Horizont berücksichtigt wird, desto besser werden die Schätzungen an der abgeplatteten Form und der idealen Himmelshalbkugel übereinstimmen. Diese Lehre ist in Petersburg bereits mit sehr gutem Erfolg verwirklicht worden, doch kann ich darauf nicht näher eingehen.

Sonst aber mufs gesagt werden: so sehr das Interesse die Geduld und Ausdauer der bisherigen Beobachter zu schätzen ist, sind die Beobachtungen doch noch zu einseitig angestellt. Man nehme nur ganz klaren oder ganz bedeckten Himmel und variire nicht blos die Art der Beobachtung, sondern auch Zeit und Ort (andere Himmelsgegenden und anderen Standpunkt). Aus den so gewonnenen Resultaten mufs dann empirisch die Gestalt des Himmelsgewölbes abgeleitet werden, nicht aber darf man in diesem Fall die Beobachtungszahlen in fertige Formeln zwingen wollen, die auf Grund einer vielleicht gänzlich falschen Annahme aufgestellt sind. C. Kafsner.



Newtons Geburtshaus zu Woolsthorpe in Lincolnshire[1]) stellt eine einfache Farm in durchaus ländlicher Umgebung dar und zeigt uns, wie die bedeutendsten Geister, welche auf den Entwicklungsgang der Menschheit von bestimmendem Einflufs zu werden berufen sind, oft aus den schlichtesten, bürgerlichen Verhältnissen hervorgehen. Am 25. Dezember 1642, gerade ein Jahr nach dem Tode Galileis, wurde Isaac Newton in diesem Landhaus als posthumer Sohn von

[1]) Illustrationsprobe aus Chambers Astronomie, vergl. Heft 11.

Harriet Ayscough geboren, die bereits wenige Monate nach der Hochzeit ihren Gatten durch den Tod verloren hatte. Das Knäblein soll in den ersten Wochen so klein und schwächlich gewesen sein, dafs niemand glaubte, es am Leben erhalten zu können, und dennoch entwickelte sich in diesem schwächlichen Körper einer der ersten Geistesheroen aller Zeiten. In der Schule, welche Newton nach der Wiederverheirathung seiner Mutter zu Gantham besuchte, ging es freilich anfangs nur schlecht vorwärts, aber gar bald begann das Genie sich auf eigenem Wege zu entfalten. Vor allem betrieb der Knabe mit grofsem Eifer und Geschick die Konstruktion von allerhand kleinen Maschinen und Instrumenten. Unsere Abbildung zeigt an der Wand des Hauses zwei Sonnenuhren, die auf solche Weise entstanden sind



Das Geburtshaus Newtons.

und eine gewisse Berühmtheit erlangt haben, weil ihre Verfertigung den jungen Newton zuerst zu der denkenden Betrachtung des Sternenhimmels hingeleitet hat. Die eine dieser beiden Uhren wird übrigens seit 1844 in der Royal Society zu London aufbewahrt.



Bahn des Meteors vom 15. Oktober 1889. Ueber die ungewöhnlich glänzende Erscheinung dieser fast in ganz Deutschland und Oesterreich beobachteten Feuerkugel hatten wir bereits S. 148 vorliegenden Jahrgangs berichtet. Wie die nunmehr beendete, sich auf die vielen, zum gröfsten Theil von Nicht-Astronomen gemachten Wahrnehmungen stützende Bahnberechnung ergeben hat, kam dieser kleine Himmels-

körper aus dem Sternbilde der Fische von einem Punkte[1]) her, von dem aus bereits des öfteren Feuerkugeln und Sternschnuppen ihren scheinbaren Ausgang genommen haben. In nur schwach geneigtem Laufe durchschnitt der Meteorkörper in 3,6 Sekunden unsere Luft auf einer Wegstrecke von 185 Kilometern, was die enorme mittlere Geschwindigkeit von 50 km pro Sekunde bedingt. In einer Höhe von 48 km über dem Erdboden, etwas östlich von Nordhausen, wurde dann der Lauf dieses fremden Eindringlings durch den Widerstand der Luft völlig gehemmt, und die Reste der Masse stürzten zerplatzend zur Erde herab, ohne dafs es indessen gelungen wäre, Spuren davon aufzufinden. Wie die meisten der früher berechneten Meteorbahnen zeigte auch die des vorliegenden Körpers eine stark hyperbolische Form, wie sie sonst bei keiner anderen Klasse von Weltkörpern vorkommt. Der Punkt am Himmel, an welchem das vorliegende Meteor in den Bereich des Sonnensystems eindrang, oder der sog. kosmische Ausgangspunkt liegt bei 351° Länge und + 7°,5 Breite.

Dr. F. Koerber.



Erscheinungen am Sternenhimmel im Monat September-Oktober.

(Sämtliche Zeitangaben gelten für Berliner Zeit.)

1. Der Mond.

			Aufgang	Untergang
21.	Septb.	Erstes Viertel	1h 54m Nm.	9h 21m Ab.
26.	„	Erdnähe	5 38 „	2 17 Mg.
28.	„	Vollmond	6 15 Ab.	5 15 „
5.	Oktb.	Letztes Viertel	9 30 „	2 11 Nm.
8.	„	Erdferne	—	4 2 „
14.	„	Neumond	5 22 Mg.	5 25 „

Maxima der Libration: 19 Sept., 2. Okt.

2. Die Planeten.

	Merkur				Venus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
13. Sept.	12h49m	— 9° 12'	8h 4m Vm.	6h 34m Ab.	14h 14m	—15° 59'	10h 9m Vm.	7h21m Ab.
17. „	12 51	— 9 41	7 53 „	6 17 „	14 30	—17 38	10 19 „	7 11 „
21. „	12 46	— 9 13	7 30 „	6 0 „	14 46	—19 12	10 29 „	7 1 „
25. „	12 36	— 7 38	6 56 „	5 42 Nm.	15 1	—20 39	10 38 „	6 52 „
29. „	12 22	— 5 3	6 23 „	5 31 „	15 17	—22 0	10 46 „	6 42 „
3. Okt.	12 8	— 2 12	5 39 „	5 15 „	15 32	—23 14	10 55 „	6 33 „
7. „	12 2	— 0 5	5 2 „	5 4 „	15 47	—24 19	11 2 „	6 24 „
11. „	12 5	+ 0 40	4 41 „	4 55 „	16 1	—25 17	11 8 „	6 14 „
15. „	12 17	+ 0 3	4 37 „	4 47 „	16 15	—26 6	11 13 „	6 5 „
	11. Okt. Sonnennähe.				18. Sept. Sonnenferne.			

[1]) $\alpha = 24,^{0}\,2$; $\delta = +\,18,^{0}\,3$.

	Mars				Jupiter			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
11. Sept.	17h 27m	—26° 4'	2h 38m Nm.	9h 32m Ab.	20h 21m	—20° 20'	4h 50m Nm.	1h 13m Mg.
17. „	17 43	—26 8	2 31 „	9 23 „	20 20	—20 24	4 27 „	0 48 „
23. „	17 59	—26 6	2 24 „	9 16 „	20 19	—20 26	4 2 „	0 22 „
29. „	18 16	—25 57	2 16 „	9 12 „	20 19	—20 26	3 39 „	11 55 Ab.
5. Okt.	18 34	—25 41	2 8 „	9 8 „	20 19	—20 25	3 15 „	11 31 „
11. „	18 52	—25 17	1 59 „	9 5 „	20 20	—20 22	2 51 „	11 9 „
17. „	19 10	—24 45	1 49 „	9 3 „	20 22	—20 17	2 29 „	10 47 „

	Saturn				Uranus			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
17. Sept.	10h 47m	+ 9° 29'	4h 9m Mg.	5h 59m Nm.	13h 34m	— 9° 13'	8h 33m Mg.	7h 3m Ab.
25. „	10 50	+ 9 8	3 44 „	5 30 „	13 35	— 9 23	8 5 „	6 33 „
3. Okt.	10 54	+ 8 47	3 18 „	5 0 „	13 37	— 9 33	7 36 „	6 2 „
11. „	10 57	+ 8 27	2 52 „	4 30 „	13 39	— 9 44	7 9 „	5 32 Nm.
19. „	11 1	+ 8 9	2 25 „	3 59 „	13 41	— 9 55	6 42 „	5 4 Vm.

	Neptun			
	Rectas.	Declin.	Aufg.	Unterg.
8. Sept.	4h 21m	+ 19° 51'	9h 14m Ab.	1h 11m Nm.
23. „	4 21	+ 19 50	8 15 „	0 13 „
8. Okt.	4 20	+ 19 47	7 16 „	11 12 „

3. Verfinsterungen der Jupitertrabanten.

16. Sept.	II. Trab.	Verfinst.	Austritt	6h	35m	Ab.	
19. „	I. „	„	„	0	9	Mg.	
20. „	I. „	„	„	6	37	Ab.	
23. „	II. „	„	„	9	12	„	
27. „	I. „	„	„	8	33	„	
30. „	II. „	„	„	11	49	„	*)
4. Okt.	I. „	„	„	10	28	„	
6. „	I. „	„	„	4	57	Nm.	
13. „	I. „	„	„	6	52	Ab.	

*) 2m vor Jupiter-Untergang.

4. Sternbedeckungen durch den Mond.

(Für Berlin sichtbar.)

		Gröfse	Eintritt	Austritt
27. Sept.	* 30 Piscium	4.8m	11h 46m Ab.	0h 54m Mg.
28. „	* 33 „	5.0	1 45 Mg.	2 27 „
1. Okt.	* 38 Arietis	5.0	2 3 „	2 57 „
2. „	Neptunbedeckung		10 40 Ab.	11 42 Ab.

5. Veränderliche Sterne.

a) Maxima variabler Sterne:

	Maximum am	Helligkeit im Max.	Helligkeit im Min.	1890 Rectas.			1890 Declin.	
R Arietis	16. Sept.	8m	12m	2h	9m	52s	+ 24°	32'6
V Cancri	17. „	7	12	8	15	27	+ 17	38.2
S Librae	12. Okt.	8	12	15	15	4	— 19	59.4
R Herculis	13. „	8—9	13	16	1	17	+ 18	40.0
S Ophiuchi	11. „	8—9	12	16	27	56	— 16	55.6
T Herculis	4. „	7—8	11—12	18	4	56	+ 31	3.4
R Pegasi	15. „	7.4	12	23	1	7	+ 9	56.9

b) Minima der Sterne vom Algol-Typus:

Algol . . . 16. Sept. Mg., 21. Ab., 27. Nm., 3. Okt. Mg., 9. Mg., 14. Ab.
U Cephei . . 19. Sept. Mg., 24., 29. Mg., 4. Okt. Mg., 9., 14. Mg.
U Coronae . . 17. Sept. Ab., 24. Ab., 1. Okt. Nm., 8. Nm., 15. Mg.
λ Tauri . . 17. Sept., 25., 3. Okt. Ab., 11. Nm.
Y Cygni . . unregelmäfsig.

c) Minima einiger Veränderlicher kurzer Periode:

T Monoc. . . 10. Okt.
R Sagittae (Stern B, Minim. 10m) 13. Okt.

6. Meteoriten.

Die Sternschnuppen des Orionidenschwarmes (Radiationspunkt (AR=92°, D = + 15°) sind vom 9. Oktober ab zu sehen, erreichen ihr Maximum indefs erst in der zweiten Hälfte Oktober.

7. Nachrichten über Kometen.

Am 18. Juli hat Coggia in Marseille einen recht hellen, gut beobachtbaren, durch einen deutlichen Kern ausgezeichneten Kometen entdeckt, der seine Sonnennähe übrigens schon um den 8. Juli passirte. Das Gestirn lief aus dem Sternbilde des Luchs in das des kleinen Löwen und steht Anfang September bereits ungünstig, da es dann bald nach der Sonne untergeht.

W. F. Denning in Bristol fand am 24. Juli in einem sehr nördlichen Theile des Himmels, dem kleinen Bären, einen schwachen Kometen, der sich mit beträchtlicher Schnelligkeit südwärts bewegt und um den 24. September seine Sonnennähe erreichen wird. Mit Anfang September wird der Komet schon in das Sternbild der Schlange getreten sein und im Vergleich zur Lichtstärke vom 24. Juli die doppelte Helligkeit besitzen. Er wird dann bis nach Mitternacht verfolgt werden können.





Jahrbuch der Naturwissenschaften 1889—90. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. Wildermann. Freiburg i. Br., Herders Verlag. Preis 6 M., elegant geb. 7 M.

Das Lob, welches wir dem vorliegenden Unternehmen bei Gelegenheit der Anzeige des vorigen Jahrganges (H. u. E. I. 714) zuerkannten, können wir in gleichem Mafse auch auf den neuen Band ausdehnen. Noch etwas mehr als früher, treten diesmal die technischen Anwendungen der naturwissenschaftlichen Disziplinen in den Vordergrund, was bei dem gegenwärtigen, gewaltigen Aufschwung der Technik und dem hohen Interesse, welches dieser wichtige Zweig menschlichen Könnens jedem Gebildeten einflöfsen mufs, nur anzuerkennen ist; gehört doch nach einem jüngst vom Fürsten Bismarck gethanen Ausspruch der Technik die Zukunft.

Siegmund Günther. Die Meteorologie ihrem neuesten Standpunkte gemäfs und mit besonderer Berücksichtigung geographischer Fragen. München, Th. Ackermann. 1889. VIII. u. 304 pag. 8°.

An populären Lehrbüchern der Meteorologie dürfte unter Hinzunahme des oben angezeigten in Deutschland auf längere Zeit genug geleistet sein; dieses Compendium aus der Feder des überaus produktiven Geophysikers zeigt die bekannten Vorzüge seiner früher erschienenen Lehrbücher, aufserordentliche Reichhaltigkeit, eine grofse Menge historischen Materials und umfassende Litteraturkenntnifs. Daneben treten allerdings auch einige Schattenseiten hervor; eine nicht immer leicht verständliche Ausdrucksweise erschwert es dem Anfänger nicht selten, das wesentliche der Sache sogleich richtig zu erfassen, wozu öftere lapsus calami, die dem Fachmanne als solche sofort kenntlich sind, beitragen.

Der Verfasser stellt mit gutem Recht das historisch-litterarische, sowie geographische Element in den Vordergrund und dürfte gerade durch eingehendere Behandlung desselben sein Buch sich nützlich erweisen, da es hieran namentlich in den für weitere Kreise bestimmten Lehrbüchern am meisten zu fehlen pflegt. In 4 Hauptstücken werden abgehandelt: allgemeine Eigenschaften der Atmosphäre und deren Beobachtung (Instrumentenkunde), Lehre von den Bewegungen der Atmosphäre, Allgemeine und spezielle Klimatologie. In zwei Anhängen folgt praktische Witterungskunde und meteorologische Optik. Der Verfasser selbst hebt als besonders eingehend bearbeitet hervor die Kapitel über Tropenhygieine, die klimatische Bedeutung einer Schneeoberfläche, von Wald und Gebirge, und bemerkt mit Recht, dafs wer wissenschaftliche Geographie treiben will, einer genaueren Kenntnifs der Meteorologie nicht entrathen kann.

Dr. Ernst Wagner.



Verzeichnifs der vom 1. Februar 1890 bis 1. August 1890 der Redaktion zur Besprechung eingesandten Bücher.

Academie der Wissenschaften zu Berlin, Sitzungsbericht 1890.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, showing the operations, expenditures and condition of the institution. For the year 1886. Part II. For the year 1887. Part I and Part II. Washington Government Print. Office, 1889.

Astronomische Gesellschaft, Catalog. I. Abtheilung. IV. Stück. Zone $+55°$ bis $+65°$, beobachtet auf den Sternwarten zu Helsingfors und Gotha, 1890.

Astronomische Gesellschaft, Catalog. I. Abtheilung. XIV. Stück. Zone $+1°$ bis $+5°$, beobachtet auf der Sternwarte zu Albany, 1890.

E. Barnard, Observations of Jupiter with a five-inch Refraktor during the years 1879—1886.

E. Berg, Die Gewitter Rufslands im Jahre 1886 (Repertorium für Meteorologie) Kaiserliche Academie der Wissenschaften Vol. XIII No. 5. Petersburg, Voss, 1890.

F. H. Bigelow, The Solar Corona discussed by Sperical Harmonics. Washington. Smithsonian Institution 1889.

F. Buchholtz, Die einfache Erdzeit mit Stundenzonen und festem Weltmeridian als Zifferblatt ohne Störung der Tageszeiten für alle Länder und Völker der Erde. Berlin. C. F. Conrad, 1890.

Catalog of Stars observed at the United Staates Naval Observatory during the years 1845 to 1877 and prepared for Publication by Prof. M. Yarnall. U. St. N. Third edition, revised and corrected with renumbering of the stars by Prof. E. Frisby. Government Printing Office, 1889.

G. F. Chambers, A Handbook of descriptive and practical Astronomy. I. The sun, planets and comets, 1889. II. Instruments and practical Astronomy. III. The starry heavens. Oxford, Clarendon Press, 1890.

v. Engelhardt, Observations astronomiques, deuxième partie. Dans son observatoire à Dresde. Dresden, W. Bänsch, 1890.

C. G. Finemann, Néphoscope marin. Paris, Ph. Pellin, 1890.

E. Fraas, Geologie. In kurzem Auszug für Schulen und zur Selbstbelehrung. Mit 16 Textfiguren. Stuttgart, G. J. Göschen, 1890.

J. Frick, Physikalische Technik, speciell Anleitung zur Ausführung physikalischer Demonstrationen und zur Herstellung von physikalischen Demonstrationsapparaten mit möglichst einfachen Mitteln. 6. Auflage von Dr. Otto Lehmann. In 2 Bänden. I. Band. Mit 708 in den Text gedruckten Holzstichen. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1890.

H. Gore, A Bibliography of Geodesy. Appendix No. 16. Report for 1887. Washington, Government Printing Office, 1889.

S. Günther, Die Meteorologie ihrem neuesten Standpunkte gemäfs und mit besonderer Berücksichtigung geographischer Fragen. Mit 7 Abbildungen. München, Th. Ackermann, 1889.

S. Günther, Handbuch der mathematischen Geographie. Mit 155 Abbildungen. Stuttgart, J. Engelhorn, 1890.

E. Hallier, Aesthetik der Natur. Stuttgart, F. Enke, 1890.

H. Hildebrandson Hildebrand, Bulletin mensuel de l'observatoire météorologique de l'Université d'Upsal. Vol. XXI Année 1889. Upsal, Edw. Berling, Imprimeur de l'université, 1889—1890.

G. A. Hirn, Constitution de l'espace céleste. Paris, Gauthier-Villars et Fils, Paris, 1889.

History and Work of the Warner Observatory. Rochester N. Y. 1883—1886. Vol. I.

Jahrbuch der Naturwissenschaften 1889—1890, herausgegeben von M. Wildermann. Mit 37 in den Text gedruckten Holzschnitten. Freiburg i. Br., Herder, 1890.

O. Jesse, Anweisungen für die photographischen Aufnahmen der leuchtenden Nachtwolken. Berlin N.W., Schade, 1890.

J. Juhlin, Sur la température nocturne de l'air à différentes hauteurs. Upsala, Beding, 1890.

H. Kayser, Lehrbuch der Physik für Studirende. Mit 334 in den Text gedruckten Holzschnitten. Stuttgart, F. Enke, 1890.

F. Kerz, Weitere Ausbildung der Laplaceschen Nebularhypothese. I. Nachtrag. Leipzig, O. Spamer, 1888. II. Nachtrag. Leipzig, O. Spamer, 1890.

H. J. Kiaer, Études sur les causes des phénomènes cométaires avec un résumé sommaire en français. Avec 4 planches. Christiana, H. Aschehoug & Cie., 1890.

R. v. Kövesligethy, Grundzüge einer theoretischen Spectralanalyse. Mit 23 Holzschnitten und 7 Tafeln. Halle a. S., H. W. Schmidt, 1890.

M. Krieg, Die elektrischen Motoren und ihre Anwendungen in der Industrie und im Gewerbe, sowie im Eisen- und Strafsenbahnwesen. Mit ca. 200 Illustrationen, Plänen, Skizzen u. s. w. Leipzig, Leiner, 1890 (I. Lieferung).

E. Mach, Ueber die Schallgeschwindigkeit beim scharfen Schufs nach von dem Kruppschen Etablissement angestellten Versuchen. Wien, K. K. Hof- und Staatsbuchdruckerei, 1889.

E. u. L. Mach, Ueber longitudinale fortschreitende Wellen im Glase. Wien, 1890.

E. u. L. Mach, Ueber die Interferenz der Schallwellen von grofser Excursion. Wien, 1890.

E. u. L. Mach, Weitere ballistisch-photographische Versuche. Wien, 1890.

E. Mach und P. Salcher, Optische Untersuchung der Lichtstrahlen. Aus den Sitzungsberichten der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Kgl. Hof- und Staatsdruckerei.

A. Marth, Ephemeris for physical Observations of the Moon, 1890 January I to July I. London, Spottiswoode & Co.

A. Marth, Ephemeris for physical Observations of Jupiter, 1890. London, Spottiswoode & Co., 1890.

v. Miller-Hauenfels, Der mühelose Segelflug der Vögel und die segelnde Luftschiffahrt als Endziel hundertjährigen Strebens (Vortrag). Wien, Spielhagen & Schurich, 1890.

Möller, Prof., Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses. Berlin.

J. S. Ostertag, Der Petrefaktensammler. Zugleich eine Einführung in die Paläontologie für Seminaristen, Gymnasiasten und Realschüler. Mit 460 Abbildungen. Stuttgart, Robert Lutz.

E. Pasquier, Encore le Système des Fuseaux horaires. Louvain, Peeters-Ruelens, 1890.

J. M. Pernter, Die Theorie des ersten Purpurlichtes (Meteorologische Zeitschrift).

J. Plassmann, Die neuesten Arbeiten über den Planeten Merkur und ihre Bedeutung für die Weltkunde. Freiburg i. Br., Herder, 1890.

J. Plassmann, Meteore und Feuerkugeln. Mit einer Anleitung zum Notiren der Meteorbahnen. Freiburg i. Br., Herder, 1890.

Publications of the Leander M'Cormick Observatory of the University of Virginia. Vol. I. Part IV. Double Stars 1885—1886. University of Virginia, 1889.

H. E. Roscoe, Die Spectralanalyse in einer Reihe von 6 Vorlesungen mit wissenschaftlichen Nachträgen. 3. Auflage, neu bearbeitet vom Verfasser und A. Schuster. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn, 1890.

Sarasin et de la Rive, Sur la Résonance. Multiplé des Ondulations électriques de M. Hertz. Le Propageant le long de fils conducteurs.

J. Scheiner, Untersuchungen über die Sternspectra vom I. Typus auf Grund von photographischen Aufnahmen.

G. B. Schiaparelli, Sulla rotazione e sulla constituzione fisica del pianeta Mercurio (Reale Academia del Sincei 1889). Rendiconti Vol. 5.

J. V. Schiaparelli, Considerazioni sul moto rotatorio del pianeta Venere, Nota 1—5, Estratto dai Rendiconti del R. Instituto Lombardo.

K. Singer, Die Bodentemperatur an der Kgl. Sternwarte bei München und der Zusammenhang ihrer Schwankungen mit den Witterungsverhältnissen. München, Th. Ackermann, 1890.

Sprockhoff, Grundzüge der Physik. 2. Aufl. mit 442 Abbildungen, Spektraltafel in Farbendruck, und mit geschichtlichem Anhang. Hannover, C. Meyer, 1890.

F. M. Stapff, Ueber Niveauschwankungen zur Eiszeit nebst Versuch einer Gliederung des Eulengebirgischen Gebirgsdiluviums (Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch der Kgl. preufs. geol. Landesanstalt für 1888). Berlin, Schade, 1889.

F. M. Stapff, Geologische Beobachtungen im Tessinthal während Tracirung und Baues der Gotthardbahn. Mit 6 lithographischen Tafeln. Berlin, J. F. Starke, 1883.

Stiborius, Die Kategorien der sinnlichen Perception. Eine philosophische Skizze. Leipzig, G. Fock, 1890.

O. Struve, Zum 50jährigen Bestehen der Nicolai-Hauptsternwarte. Beschreibung des 30-zölligen Refraktors und des astrophysikalischen Laboratoriums. St. Petersburg, Druckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1889.

D. P. Todd, Photograph of the Corona taken during the total eclipse of the sun, January 1889. Washington, Smithsonian Institution, 1889.

F. Umlauft, Das Luftmeer. Die Grundzüge der Meteorologie und Klimatologie. Wien, A. Hartlebens Verlag. I. Lieferung.

A. v. Urbanitzky und S. Zeisel, Physik und Chemie. Eine gemeinverständliche Darstellung der physikalischen und chemischen Erscheinungen in ihren Beziehungen zum praktischen Leben. Wien, A. Hartlebens Verlag. I. u. II. Lieferung.

C. H. Wilson, Catologue of 644 Comparison Stars. Northfield, Minn. Carleton College Observatory. 1890.

M. Wolf, Sur les termes élémentaires dans l'expression du rayon vecteur 1890. Stockholm, Norstedt & Söhne.

R. Wolf, Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur. Zürich, Schulthess, 1890.

Berichtigung.

Auf Seite 509 vorliegenden Jahrgangs ist in der Ueberschrift „Unterseeische“ statt „Ueberseeische“ zu lesen.



Herr Xaver Pfeifer, Lycealprofessor in **Dillingen** stellt folgende Frage:

„Ist bei dem gegenwärtigen Stande der Lichtlehre irgend ein wissenschaftlicher Grund vorhanden, der den Kenner der Optik berechtigen könnte, an der Wellennatur der Lichtbewegung, ferner an der Bestimmbarkeit der Gröfse der Lichtwellen, sowie an der wesentlichen Richtigkeit der von der Physik angegebenen Schwingungszahlen zu zweifeln?“

Wie wir uns auch immer die Lichterscheinungen erklären mögen, so steht zunächst fest, dafs dieselben sich derartig durch den Raum fortpflanzen, dafs sie in einer Sekunde von einem Punkte bis zu einem anderen fortschreiten, der ca. 300 000 km von jenem entfernt ist. Diese Thatsache ist durch so verschiedenartige Beobachtungen und Versuche erwiesen, dafs ein Zweifel an ihr nicht möglich ist. Zweitens ist erwiesen, dafs in zwei Punkten, welche auf dem Wege des Lichtstrahls liegen, in einem bestimmten Augenklicke derselbe Vorgang statt hat oder nicht, je nachdem dieselben um ganze Vielfache oder um Bruchtheile einer gewissen, mefsbaren Gröfse λ (für die verschiedenen Farben verschieden) von einander entfernt sind, und dafs sich die bei diesem Vorgange in den verschiedenen Punkten entwickelte Energie der Gröfse nach durch eine Wellenlinie graphisch darstellen lässt, wo λ die Länge einer Welle ist; der Beweis hierfür wird in vollständig zwingender Weise durch die Interferenzerscheinungen erbracht und bleibt bestehen, auch wenn man die Berechtigung der Bezeichnung „Interferenz“ anzweifelt. Drittens sind wir genöthigt anzunehmen, dafs jene verschiedenen Zustände, welche in einem Zeitmomente an verschiedenen Punkten der Bahn des Lichtstrahls herrschen, nach einander in jedem Punkte auftreten; denn wir nehmen an einem Lichtstrahl nichts wahr, was einen Punkt vor dem andern qualitativ unterschiede. Eine nothwendige Folgerung aus diesen Thatsachen ist dann endlich, dafs die Zeit, in welcher ein Punkt alle Phasen durchläuft, gleich der Wellenlänge dividirt durch die Lichtgeschwindigkeit ist. An diesen Thatsachen läfst sich nicht rütteln; sie lassen sich durch analoge Vorgänge bei Wasser- und Schallwellen veranschaulichen, ohne dafs jedoch der Beweis irgendwie davon abhängig wäre. Hypothetisch hingegen ist die Annahme, dafs es sich bei jenen wellenartig wechselnden Zuständen um elastische Schwingungen im Aether handle. Das beweist ja das blofse Vorhandensein einer anderen, der elektromagnetischen Lichttheorie. Die hohen Schwingungszahlen stellen, wie Sie ganz richtig bemerken, nicht den mindesten Einwand dar, zumal die Amplitude der Schwingungen nur aufserordentlich klein zu sein braucht. Müssen doch elbst die Zinken einer Stimmgabel, welche einen sehr hohen Ton giebt, in einer Sekunde viele tausend mal als Ganzes hin- und herschwingen. Der Aether selbst beruhe, so sagt Ihr Gegner, auf „einer blofsen Hypothese.“ Das Hypothetische an ihm sind doch lediglich die Eigenschaften, die eine spezielle Theorie ihm beilegt, also z. B. die Elastizität. Dafs jene Zustände, welche in

den verschiedenen Punkten des Lichtstrahls herrschen, irgend ein Substrat haben müssen, ist doch wohl eine nothwendige Annahme; ein Nichts kann keine Eigenschaft, keine Zustände haben. Ueberhaupt ist der Ausdruck „blofse Hypothese" sonderbar; allem Anscheine nach hätte sein Urheber ebenso gut sagen können „blofse Vermuthung." Wenn jemand nur eine Ahnung davon hat, wie fruchtbar die Undulationstheorie ist, wie sie gestattet, die verwickeltsten Erscheinungen nicht nur qualitativ zu erklären, sondern auch der Quantität nach zu bestimmen, ja merkwürdige Phänomene, die noch keines Menschen Auge gesehen, voraus zu berechnen, so sieht er ein, dafs eine derartige wissenschaftliche Hypothese sich über eine Vermuthung so weit erhebt, wie es das, was man im gewöhnlichen Leben völlige Sicherheit zu nennen pflegt, kaum thut. Man hat sich endlich klar zu machen, dafs eine solche Theorie nicht nur augenblicklich den besten Ausdruck für die verwickelten Naturerscheinungen abgiebt, sondern dafs sie unvergänglich ist, insofern als jede künftige Theorie zwar jenen Grundbegriff der elastischen Schwingung durch einen anderen ersetzen kann, im übrigen aber nur Wort für Wort in ihre Sprache zu übersetzen braucht.

Sp.

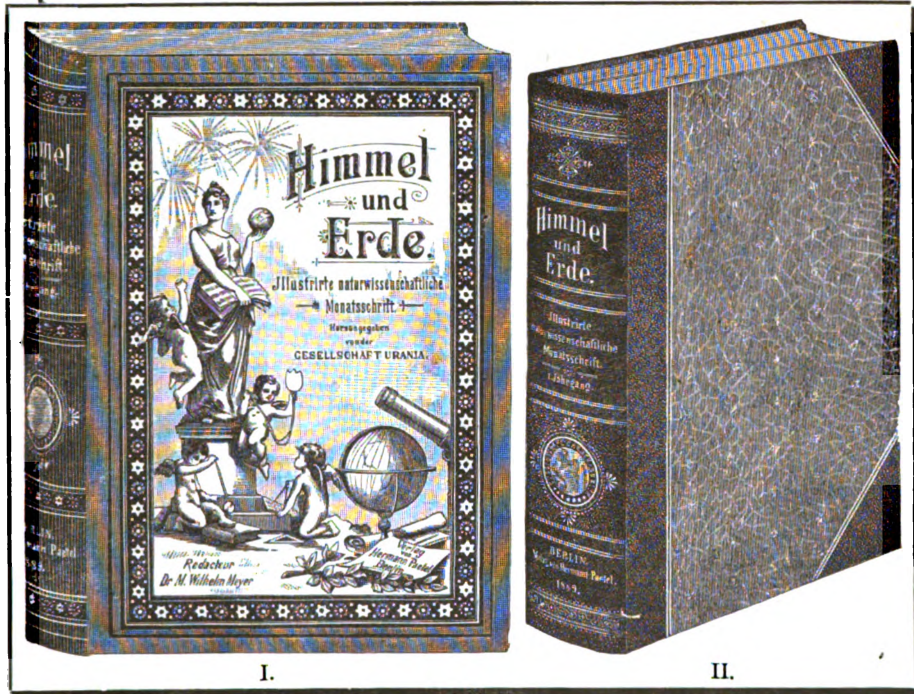


Verlag von Hermann Paetel in Berlin. — Druck von Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin.
Für die Redaction verantwortlich: Dr. M. Wilhelm Meyer in Berlin.

Einbanddecken

zum

II. Jahrgang von „Himmel und Erde“.



I. II.

Den geehrten Abonnenten zur gefälligen Nachricht, dafs die

Einbanddecken zu „Himmel und Erde“

Illustrirte naturwissenschaftliche Monatsschrift.

Herausgegeben von der

Gesellschaft Urania.

Redacteur: Dr. M. Wilhelm Meyer.

fertiggestellt und in **zwei Ausgaben** durch jede Buchhandlung zu beziehen sind:

I. In dunkelbrauner Leinwand mit Iris-, Schwarz- und Golddruck wie Skizze I zum Preise von **Mark 1,50.**

II. In elegant braun Halbfranz wie Skizze II zum Preise von **Mk. 2,—.**

Bestellungen nimmt jede Buchhandlung des In- und Auslandes an. Denjenigen Abonnenten von „Himmel und Erde“, welche unsere Zeitschrift durch die Post beziehen, liefern wir die Einbanddecken direct franco gegen Einsendung des Betrages.

Hochachtungsvoll

Berlin W. 35,
Steglitzerstrasse 90.

Die Expedition von „Himmel und Erde“.

Wilhelm Gronau's Buchdruckerei in Berlin W

